



วารสารวิธีวิทยาการวิจัย

ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2541

JOURNAL OF
RESEARCH
METHODOLOGY

Volume 11, Number 1 January - June 1998

A BIENNIAL PUBLICATION OF
DEPARTMENT OF EDUCATIONAL RESEARCH
FACULTY OF EDUCATION
CHULALONGKORN UNIVERSITY

JOURNAL OF RESEARCH METHODOLOGY (ISSN 1857-2933) is published semesterly (January -June, July - December) by Department of Educational Research, Faculty of Education, Chulalongkorn University, Phayathai Road, Bangkok 10330 Thailand, to carry original reports of studies and analyses in education, educational research methodology, educational statistics, educational measurement and evaluation.

Ordering Information

Member 2-year subscriber rate is 200 Baht; 4- year rate is 380 Baht. Single copies of back issues are 60 Bath. Discounts are available for quantity purchases. Send orders to JEM subscriptions, Department of Educational Research, Faculty of Education, Chulalongkorn University BKK 10330, Thailand, fax 218-2578 (local) 662- 215-3568 (international).

Change of Address

Claims for missing or undelivered issues will be considered only if received at the JEM Office within 6 months of the month of issue. Requests for change of address must be received at least 1 month before the publication date of the first issue to be affected by the request.

Instructions to contributors

Three fully blinded copies of the manuscript should be submitted for blind reviewing. The manuscript should be typed double-spaced (including quotations, footnotes, and references) on 8 1/2 x 11 in. paper, with ample margins, and should run between 10 and 15 pages in typed length. The author's name and affiliation should appear on a separate cover page, and only on this page, to ensure anonymity in the reviewing process. An English abstract of 100-150 words must be included on a separate page. Manuscripts are accepted for consideration with the understanding that they are original material and are not under consideration for publication elsewhere.

Editorial review usually takes 1-2 months. All figures must be camera-ready. Manuscripts not conforming to these specifications will be returned to the author for proper style change.

Editorial Correspondence

All editorial correspondence and manuscripts relating to the journal should be sent to Prof. Dr. Somwung Pitiyanuwat, Faculty of Education, Chulalongkorn University, BKK 10330. E-mail address:somwung@chulkn.car.chula.ac.th

Copyright and Permissions

© 1997 by the Department of Educational Research. No written or oral permission is necessary to reproduce a table, a figure, or an excerpt of fewer than 500 words from this journal, or to make photocopies for classroom use. Authors are granted permission, without fee, to photocopy their own material. Copies must include a full and accurate bibliographic citation and the following credit line; "Copyright [year] by the Department of Educational Research; reproduced with permission from the publisher." Written permission must be obtained to reproduce or reprint material in circumstances other than those just described. Please direct requests for permission or for further information on policies and fees to the Department of Educational Research Office.

Advertising

JEM Office. Department of Educational Research, Faculty of Education, Chulalongkorn University, BKK 10330. Telephone: 218-2525, Fax. 218-2578 (local) 622-215-3568 (international) (rates and dates available on request). E-mail address:somwung.p@chula.ac.th

วารสารวิธีวิทยาการวิจัย
JOURNAL OF RESEARCH METHODOLOGY

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Faculty of Education
Chulalongkorn University

Journal of Research Methodology

Editors

Somwung Pitiyanuwat, Ph.D.
Chulalongkorn University, Thailand

Teara Archwamety, Ph.D.
University of Nebraska at Kearney, U.S.A.

Associate Editor

Nonglak Wiratchai, Ph.D.
Suwimon Wongwanich, Ph.D.
Siridej Sujiva, Ph.D.

Chulalongkorn University, Thailand
Chulalongkorn University, Thailand
Chulalongkorn University, Thailand

Editorial Board

Utumporn Jamornmann, Ph.D.
Sirichai Kanjanawasee, Ph.D.
Amornwich Nakornthap, Ph.D.
Uthai Dulayakasem, Ph.D.
Pitr Thongchan, Ph.D.

Chulalongkorn University, Thailand
Chulalongkorn University, Thailand
Chulalongkorn University, Thailand
Sodsri Foundation, Thailand
Srinakharinwirot University (Prasarnmit),
Thailand

Sor Wasna Pravalpruk, Ph.D.
Arun Sri Anantrasirichai, Ph.D.
Sampharn Punprug, Ph.D.
Utane Panyo, Ph.D.
Jay Samuels, Ph.D.
Jong Seung Lee, Ph.D.
Rebecca Barr, Ph.D.
Ho Wah Kam, Ph.D.
Ray Derricott, Ph.D.
Zsuzsa Matrai, Ph.D.
Susan M. Brookhart, Ph.D.

Srinakharinwirot University (Prasarnmit), Thailand
Ministry of Education, Thailand
Khonkhan University, Thailand
Chiangmai University, Thailand
University of Minnesota, U.S.A.
Chungnam National University, Korea
University of Chicago, U.S.A
SEAMEO Regional Language Institute, Singapore
University of Liverpool, United Kingdom
National Institute for Public Education, Hungary
Duquesne University, U.S.A.

Managing Editor : Auyporn Ruengetrakul

JOURNAL OF RESEARCH METHODOLOGY

Volume 11, Number 1 January - June 1998

CONTENT

1

**The Acquisition of Western Values and Intercultural Youth Exchange :
An Ethnographic Analysis of Thai Youth in the United States**

Thomas J. Scott

19

Variance Component Analysis in Education

Sirichai Kanjanawasee

28

Performance Review : 360-Degree System

Danai Theanphut

50

**A Comparison of Efficiency among Three Lisrel Models
Used in Studying the Variable Correlated with
Longitudinal Change in Mathematics Achievement**

Prasit Chaiyakan

วารสารวิธีวิทยาการวิจัย

ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2541

สารบัญ

1

The Acquisition of Western Values and Intercultural Youth Exchange :
An Ethnographic Analysis of Thai Youth in the United States

Thomas J. Scott

19

การวิเคราะห์ส่วนประกอบความแปรปรวนทางการศึกษา

ศิริชัย กาญจนวาสี

28

การประเมินผลงานระบบ 360°

दनัย เทียนพุด

50

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างโมเดลลิสเรล 3 แบบที่ใช้
ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว
ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ประสิทธิ์ ไชยกาล

The Acquisition of Western Values and Intercultural Youth Exchange: An Ethnographic Analysis of Thai Youth in the United States

Thomas J. Scott

ABSTRACT

Using ethnographic research methods carried out over an 18 month period, this study investigates the intercultural adjustment of a group of Thai adolescent exchange students who lived in the United States for one year. The author suggests that the intercultural adjustment process can best be explained as a "synergy" between primary and secondary socialization practices. Associated with the secondary socialization process, the students acquired the following Western values during their year in the United States: Time Management; Expressive Individualism; and The Critical Mind. Upon the students' reentry into Thai society, these newly acquired values led to conflict with many Thai authority figures. Based upon the data findings, the researcher argues that the intercultural adjustment process may lead to the disintegration of Traditional Thai values.

Introduction

On the eve of the 21st Century, the world is experiencing dynamic forces of change with the accelerating interdependence of economic relations, political decision-making, technological advancement, and cultural identity occurring on a global scale. The creation of fiber optics, fax delivery systems, electronic mail, and the World Wide Web have hastened the pace of change and expanded opportunities for people of diverse cultures to communicate almost instantaneously anywhere in the world.

Postmodern transformations create the potential for conflict. Belief systems which provided cultural stability and continuity for centuries are viewed as incapable of providing guidance in addressing the social pressures caused by the introduction of modern technology and the values and norms associated with it. Ultimately, traditional forces collide with the forces of modernization (See Schleicher 1989).

The youth of the world are perhaps most dramatically affected by this social transformation for it is they who must make sense of the transformational nature of modern life, choose appropriate adaptive strategies, and integrate change into their existing cultural identity. It is from this perspective that intercultural youth exchange may be viewed. How, and to what extent, do adolescents undergo change when thrust into an alien culture? What values and behaviors do they acquire from exposure to the new culture in which they are immersed? What impact does immersion in an alien culture have when the sojourner returns to her native culture? Questions such as these have been the subject of little empirical inquiry.

The purpose of this paper is to analyze the synergy between primary and secondary socialization practices and how it affects adolescent sojourners from Thailand. Specifically, I will examine the acquisition of Western values which occurred as a result of the students' secondary socialization in the United States. First, I will present a brief overview of the research methods used in the study. Second, I will provide an analysis of Thai socialization processes. Third, ethnographic data related to the theme "Westernization as an Outcome of Intercultural Adjustment" will be displayed. Finally, implications from the data about the impact of the students' acquisition of Western values from a macro perspective will be discussed.

Presentation of Research Methods

Four populations were the focus of this study: Returnees (RET), Thai students who had participated on the "Intercultural Inc Thailand" (pseudonym) Year Abroad Program to the United States in 1992-1993; Year Program (YP) students who lived in Minnesota and Wisconsin during the 1994-95 academic year; the

Host Families (HF) who hosted these students and "Intercultural Inc" staff and volunteers in Minnesota, Wisconsin, and Thailand. All the students were either 17 or 18 during the year they lived in the United States.

The process of data collection occurred over an eighteen month period and was divided into three phases carried out in Thailand and the United States. Phase one of the study was conducted in Thailand over a seven week period in June and July of 1994. Formal and informal semi-structured interviews were undertaken with "Intercultural Inc., Thailand" staff, members of the Board of Directors, and volunteers. Informal observations were made of English language instruction in Thai schools and the classroom behavior of Thai students in their English classes. In addition, formal semi-structured ethnographic interviews were conducted with 20 Returnees (12F, 8M; 12 BGK, 8 Upcountry) of the Year Program 1992-93 to the United States. All interviews were conducted in English. Through these interviews I established patterns associated with the cultural adjustment process as identified by former participants of the exchange program. The Returnees had been placed with host families throughout the United States. These interviews enhanced the generalizability of the research sample and provided a longitudinal dimension to the study.

In addition, audio-taped, ethnographic interviews were conducted with eight YP students (4F, 4M; 4BGK, 3 Upcountry, 1 suburban BGK) who had been selected to participate in the 1994-95 exchange program to the United States and had been placed with host families in the States of Wisconsin and Minnesota. The interviews took place approximately one month before the students' departure for the United States. The interviews were conducted in English to ascertain the existence of a correlation, if any, between language and intercultural adjustment. These interviews were undertaken to acquire the students' motivations and expectations for participating in the exchange program.

Phase two of the study occurred in the United States over an eleven month period from August, 1994 until July, 1995, i.e., the 1994-95 academic school year. Interviews were conducted upon the YP students arrival in August and approximately every two months thereafter during the eleven months they lived with their host family. In total, the YP students were interviewed six times during their stay in the United States. Through these interviews I ascertained the cognitive, affective, and behavioral dimensions of the students' adjustment to life in the United States. Coping mechanisms, impressions of US culture and comparisons to life in Thailand were noted. Interviews were also conducted with members of the students' host families. Weekly journals written by the students were collected approximately every two

months. Systematic and informal observations of the students' behavior in interpersonal encounters with Americans were also recorded.

Phase three of the study involved a return trip to Thailand in December, 1995. Semi-structured ethnographic interviews were conducted with the YP students to ascertain issues related to their reentry into Thai culture. The interviews focused on the values and benefits the students believed they acquired as a result of their year in the US. With this phase of the research process complete, the entire cycle of the intercultural adjustment process was analyzed.

The Thai Socialization Process

In the course of conducting ethnographic research regarding the intercultural adjustment of Thai adolescents in the United States, it became evident that the intercultural experience can best be explained through the holistic synergy of the primary socialization associated with one's native culture, and the secondary socialization a sojourner acquires in adapting to the cultural norms, values, and behaviors of the host culture.

Concerning the socialization process, Suntaree Komin (1985:170) has stated; "Man in any given society learns and internalizes through socialization, the beliefs, attitudes and values of that society about the desirable goals and appropriate modes of conduct which are, to a certain extent, prescribed by it."

Within the context of the Thai socialization processes, respect for status, obedience and deference to parental authority, and maintaining harmonious social relationships are inculcated to Thai children at a very early age. Mulder (1992) has observed Thai behavior is based on "other directedness" rather than "self-sufficiency."

*In the socialization process we may find the basis of the perception of the other person. Basic attitudes that are instilled at an early age are **krengjai** (inhibition), **krengklua** (awe, respectful fear), **khawrop** and **nabthyy** (respect), politeness and obedience, to acceptance of the wisdom of elders and of tradition, recognition, **khun** (goodness that results in obligation) and **katanjuu** (gratefulness), and also the fear that mysterious forces will automatically be activated to revenge infractions against the moral order. Elders are pictured as wise, moral, worthy of respect, and epitomized in the figures of the mother and the **kruu** (teacher) (p.61).*

Klausner (1993) sees Thai parents as being quite permissive with their infant children. However, they exert strict discipline in the early years of the child's life. At four or five years of age "children are inculcated with a sense of duty, obligation, and respect towards parents and elders. There are fixed boundaries within which

acceptable and appropriate behavior is carried out" (p. 320). Fieg (1989) adds that Thai children are not typically taught to think independently or develop individualistic tendencies. He contends that Thai children are taught not to challenge or argue, particularly with a person who is a teacher or someone in a senior position. He uses the term "nonassertive individualism" (p.35) to describe Thai hierarchical social patterns of inequality and respect for status. Fieg suggests Thai children are socialized "to be obedient, polite, and subdued, so that they mesh smoothly into their own hierarchical social fabric" (p.36).

According to Klausner (1993), conflict avoidance is a critical Thai cultural trait. He believes,

one endeavors to keep personal relationships and social interactions at a superficial, pleasant, emotionally neutral level to preserve an aura of emotional contentment. To maintain emotional distance and detachment, to achieve a sense of emotional equilibrium, is highly prized (p.392).

Interviews conducted with Thai English teachers in several Thai schools stressed the issue of respect as an important Thai trait inculcated to Thai children during the pre-adolescent period. One teacher remarked, "it is the obligation for young Thai people to pay respect to the older people; their parents, teachers. Even if they don't believe or trust them, they have to listen. It is impolite to argue with the older people." Another teacher suggested the Thai socialization process contributed to the values of respect and obedience by asserting that Thai teenagers are not very open with their feelings because "they are taught to be modest, to be calm and respectful. So, if they don't like anything, they avoid by walking away or sometimes they keep quiet, forget it or say never mind. "

Associated with the cultural trait of displaying respect is the concept of *krengjai*. Klausner (1993) has written extensively about: the concept

*... the word has the meaning of being reluctant to impose upon, to have consideration for. **Krengjai** must refer to an attitude toward someone else. In Thai society with its emphasis on 'social place' as expressed in elder-younger, subordinate-superior, patron-client relationships, **krengjai** is most often, an attitude displayed towards one higher in rank, social status or age scale. It is diffidence, deference, and consideration merged with respect. **Krengjai** is also observed in one's reticence to seek help or ask for something desired from a superior unless it is absolutely necessary (p. 258-259).*

Komin (1991) suggests that the closest meaning of the term is "to be considerate, to feel reluctant to impose upon another person, to take another person's feeling (and ego) into account, or to take every measure not to cause discomfort or inconvenience for another person" (p. 136). It is this "reluctance to impose" which has the potential to cause serious misunderstandings in intercultural contact between Thais and Americans.

This sociocultural context is important to understanding the dynamic impact the process of secondary socialization had upon the students while they lived in the United States. As a result of the Thai students' exposure to a variety of socializing agents in the United States, the values, norms, and behaviors acquired through their primary socialization in Thailand were transformed. The following ethnographic data identify a substantial outcome associated with this transformation; the inculcation of Western values and behaviors.

Westernization as an Outcome of Intercultural Adjustment

While in the United States, the Thai students were exposed to a variety of agents of secondary socialization; host family members, American students at school, teachers, and various forms of mass media and popular culture. Each served as powerful influences that led to significant normative and behavioral change among the students. In an analysis of data collected during their eleven month stay in the US, the following themes associated with the students' acquisition of Western values emerged: (1) Time Management, (2) Expressive Individualism, and (3) The Critical Mind. A brief overview of each theme provides important insights into the psycho-cultural dimensions of the intercultural adjustment process.

Time Management

The students repeatedly commented in interviews that as a result of their experiences in the US, they became more punctual, organized, and began to think more about their future. Students claimed they gained benefits, as one student noted, of the "American personality, like punctual, organized. The organized person is one who has a calendar and makes a plan of everything." Punctuality was especially noticeable among the Returnees. For example, in the process of data collection in Thailand, not one of the informants I interviewed was late for an appointment. This was quite remarkable given the *mai pen rai* (not to worry) attitude of Thais concerning time, which Fieg (1989) has referred to as "a slow-moving pool, which they can gradually walk around" (p.23), and the traffic congestion in Bangkok where many of the interviews took place.

In their interactions with Americans, the students learned that time is valued in an American cultural context. For example, one student claimed, "I learned the value of time in making appointments." Another noted that, "When I spent the year over there, I got a lot of good things from American culture. <such as?> Before I left, I was always late. Over there, they are really strict on time." Another commented that as a result of his year in the United States he learned time management, "I can manage time better."

Expressive Individualism

Another aspect of Western values which the students adopted was to more freely express themselves in interpersonal encounters. The students replied that they became more open. Many stressed they became more verbal and behaviorally expressive as a result of living in the United States. For example, some of the female students claimed they became more open in their gender relations in the United States, openly touching boys. One female student stated "like in America, when I leave my friends, if boys, I give them a hug. In Thailand, this is not good for old people and parents." Another stated that as a result of her year in the US she was "willing to say whatever I am thinking. I am willing to show off." One "bad" affect of her year abroad is that she "touches guys first."

The willingness to express oneself seems to have been a significant issue with respect to the students reentry into Thai society. For example, a female student replied, "Here (Thailand) I have to listen to older people when they talk. Over there I don't have to care about people." Another student claimed "My attitude is not the same. Before I went to the US, I was very calm. Now I am a very funny person." One Returnee noted that as a result of problems she had with her first host family she learned that in the future, "I know I have to talk. . . I have to talk when I have problems with a person, not keep quiet like in Thailand".

The Thai students also displayed significant growth in their sense of individuality. For example, when I first met the YP students in Thailand the month prior to their departure to the United States, I was struck by their reserve, politeness, and shy demeanor. The students were very respectful, many of the interviews were conducted while they were still wearing their school uniforms adding to the image of respect. The boys all had short, cropped hair, the girls wore no make-up and little jewelry. When I met them for the first interview, all the students greeted me with a *wai* out of respect for my status.

At the end of their sojourn in the United States, the YP students were more expressive and casual; their dress had become increasingly less formal with many

wearing jeans, t-shirts, sweatpants and shorts. The boys had all grown their hair into a ponytail. The girls were wearing make-up, some had dyed or permed their hair, others doubled pierced their ears and they all wore jewelry. When asked what the student group looked like upon their return to Thailand after a year in the US, a YP student reflected "when they came back? ah, (voice tone raises, big smile, sways body back and forth) they are all different, many styles dress, shorts, new hairdos, how fat they are. Some girls, long hair, some short, dye a color; red or whatever. The student added "Some girl dye her hair yellow and her mom said "I don't like this color, change it the way it was."

The Thai students' interpersonal mannerisms also changed. The reserve and respect they demonstrated in Thailand was still evident but after their year in the United States they had developed an aura of self-confidence and informality in their relationship to me. The Thai emphasis on body status, particularly regarding the feet was no longer evident. The students no longer seemed to be cognizant of the positioning of their feet and in one interview, a student sat back in her chair and clearly displayed the bottoms of her feet to me as we talked. I also observed students giving their host parents hugs in public. Most important, the traditional *wai* which the students commonly used when they first arrived in the United States was no longer used when the students greeted me. By the end of the year they simply said "hi" and left it at that.

One student noticed that some of the Thai students who lived near him in the United States became more "Americanized." For example, he related an incident in which he ran into one of the other Thai students at an organization function. He wrote in his diary about the encounter;

One of my friends has changed dramatically! She is from CM. She used to be quiet and shy girl. But I met her yesterday with make-up and curly hair and fashionable dress. I was just shocked. She spoke faster and didn't look like my old friend at all. I met a teacher from Thailand too. So we had to recall our Thai manner again, which is hard. One girl forget to wai and we talked Thai mixed with English. Before we went home, Thai girl came to me and bye and gave me a hug. I think she forgot because Thai people are not suppose to hug in public.

According to one student's Thai English teacher, upon her return to Thailand she had become "Americanized. She shrugs her shoulders in a 'I don't care attitude': it may hurt people around her. She's a good student. Sometimes she expects a lot from other students, sometimes she is not ready to share with other students."

Hansel (1993) has suggested exchange students who return to their native culture after a long-term sojourn abroad, experience a period of readjustment in which they experience an identity crisis; a feeling of detachment from the host culture they just left, and the native culture to which they have just returned.

For some of the students, returning to Thailand meant having to deal with a period of alienation in which they either didn't understand aspects of Thai culture they once took for granted, or people they came into interpersonal contact with did not understand the types of changes they incurred as a result of their sojourn to the United States. Either way, the students felt they did not fit and were somehow an outsider in their native culture.

For example, some students felt that their new appearance made them stand out as different from the average Thai teenager. One Returnee stated, "I felt like a freak. I dress different from other people, my hair and stuff." While another Returnee stressed,

I feel kind of different. People look at me differently. People remarked 'you dress weird.' I dressed with t-shirts and shorts. Here people wear everything long, long pants. People looked at me differently. When I wear torn jeans, they look at me differently. I didn't care. My dress is changing as time goes by. I change back.

Some YP students noted that their new found independence did not bode well with the protective Thai parent they had been away from for a year. One student stated "I always argue with my mom and I think she wrong and I right and I try to explain to her and she say she know more than me. I think she wrong but she always think she right." The student also remarked she experienced problems with her independence when she returned to Thailand. She explained she had developed a "high temper, how you say? That's not good because we have to listen to parents, like, I mean Thai people respect their elder, the adults. Sometimes they wrong and I have to tell them its not right because it make me not respect the elder, not a good girl, they always say that."

Another student claimed her relationship with her parents became confrontational when she returned to Thailand. She responded, "Usually Thai children (imitates a wai) listen to their parents, everything they say is right. Me now, I don't listen to my parents. When I come back, I had a lot of arguments with my mom. . . I didn't want her to tell me to do that, do this." Another student when asked how the year affected her replied,

I think its very (smack lips, looks to right) meaningful for me. I can adopt everything there. (hesitates, searches for words, tells me to 'hang on' as she thinks, laughs and smiles) A lot of things I learned in America. So many hard times I overcame. The experience made me stronger. My grandfather is old fashioned. He thinks I went to America and he thinks my habits have changed. <how have they changed?> I was not good. I am lazy. He's strict, very strict. Everything is strict, not flexible. Its Chinese people. (inaudible) I don't know maybe I am too lazy and I don't work when he tells me. He says 'do this'. I say wait a second. So he tried to teach me, to speak to me. But then he just kept quiet. Sometimes he can't stand it and he talks to me, but not much now.

A Returnee asserted that his parents 'don't understand my attitude. They think I changed. I can say what I want to say and they think this is bad for Thai kids to say to parents and old people (thrusts right hand forward, and voice tone raises, speech rate increases with excitement).

The Critical Mind

Part of the process of readjustment to Thai culture involved the development of the "critical mind" where the students began to view their culture differently after being outside it for a year. For example, a student claimed when he returned he had

Some fear that I change myself to Thai culture; the way you talk to older people, way you express feelings is different. The way you communicate with friends, like in the US guys and guys do not touch each other. Here, guys touch each other but not girls. You have to be careful about this. Thai culture is complicate and when you do things, you have to to be careful of what they think when you say. Be more polite to older people.

Another remarked that his reentry into Thailand was,

Oh, a little weird because ah, you not dressed like use to. Change to this kind of culture. Respect old people, teacher, parent. Here (US) everyone equal, talk to teacher like friend. Hard thing to do a little bit. Sometimes I forget to talk to teachers politely. Hard to cut hair short, wear uniform, its a pain. Friends were in college. The culture, sometimes I can't stand it. Its too much; old people expect me to talk politely. I don't want to do it but I have to do it. So here, (US) I made my own judgement. I more independent, more grown up, more adult. There, no, no you can't do that. Its harderst thing to change back. Sometimes I do argument with some of my relatives, I never do this before.

For many females, being back in Thailand meant giving up the personal freedom they had become accustomed to in the United States. According to one student,

Um, I can't be free like I was in America. When I was in America, I could do anything. Not like in Thailand. Go out with friends, come back home late or something like that. But inside I don't do but I could do that because my host family allowed me to do that. Now I have to keep studying and studying, and have to meet new friends and new environment. I mean my class and all things, so I can't do things like I was in America.

The "critical mind" involved a conscious reappraisal of the values, behaviors, and norms acquired through the students' primary socialization as children in Thailand. One student reflected on the conservative attitudes found among many Thais.

Um, I think the people here are, they're closed, not open. They're not like themselves, they try to be like someone else. People in America are just themselves. Thais don't have so much self-confidence. See an actor, they try to act like him. In Thailand, they want to be normal, like everyone else. Try to be like the same, like everyone else. Go around Siam Square, everyone wears the same clothes, bell bottoms. A girl, Tata Young, a singer, half Thai, half American, have you seen her on TV? She has short hair. When she came out, everyone buys these jeans just like her. There are not a lot of leaders here. In US, everyone can be a leader. Here only certain people can be leaders. Most of them just follow what everyone do. They not try to do anything themselves. In my high school in Thailand, its always the same people who are leaders, 1-12 grade.

YP students responded that being back in the Thai educational system was a difficult aspect of their readjustment to Thai culture. Many students expressed frustration similar to a student who remarked "teachers, it was a pain. Mostly I force it back." Other students were critical of the lack of flexibility and technology in Thai schools. One student noted "I went to teacher to see if I could postpone test because I just arrived from US, they didn't help me at all. In the Physics class in US, if I am sick and they let me make up anytime I want." He added "There are no labs here. I like physics and chemistry, only two labs the whole year. Study 18 chapters, one lab is not enough. US, five labs in each chapter. Here, have midterm after five chapters. In US, six chapters for the whole year. Here you got to know everything."

According to one student her experience in school in the United States "make me hate Thai studying, study system of Thailand, especially university and all the traffic jam, pollution. I am stuck with traffic jams and have to study hard. I don't like it." She continued,

I am not sure what it is, if the university or just Thailand. From university to high school in America and back to university, it seems so different from freedom. I got to study hard, we just pass test last week and I have to study 2-3 weeks before the test. Sometimes it too difficult, too deep and when you grow up, you doesn't use it at all. I think its crazy. I've talked to friends and we agree, its stupid. Over there, I got more freedom. I can choose the subjects over there. Over here, the first year, you can't choose.

Students also began to question the Thai cultural trait of *krengjai* and how it was constraining their sense of independence. According to one student, "*krengjai* causes me not to show what I want or feel. It causes you to act different from what you want and you get bad feelings." The student added that when she returned to Thailand she questioned why she had to continue to *krengjai*. As a teenager, she stressed she is constantly bound by this trait. Accordingly, when she returned she stated, "*krengjai*, always *krengjai* and it makes you not yourself. I can't stand *krengjai*, why do I have to *krengjai*?"

Discussion

As the data above clearly illustrates, the "critical mind" represented the most dynamic adoption of the Western value system: an independent capacity to think critically. As such, the students began to critically analyze fundamental aspects of Thai culture; the hierarchical social system and the respect for authority which allows the system to function in all social interaction. Other theorists have reached similar conclusions about Thai students who study abroad. (See Frieg 1989; Phillips 1987) For example, Phillips (1987) has observed that a common characteristic of Thais who have studied abroad was their "diffuse sense of dissatisfaction with Thai society" (p. 189) which emanated from having to give up the freedom they had experienced abroad and readapting to family and class obligations in Thailand.

An important dimension of the "critical mind" was the students questioning of institutions that perpetuate Thai values; the family, school, the political and economic systems. After a year abroad many of the students experienced a process of critical reflection in which they began to question the viability of their role and status in Thai culture.

The data from this study suggest that in the process of acquiring Western values, traditional Thai values may have been compromised, at least in the short term. Past studies of Thai student sojourners acquiring Western values have not been definitive. Berry (1967) noted that Thai university students he studied in the United

States were influenced by American pragmatism and incurred some alienation upon their reentry to Thai culture. Palmer (1972) came to a different conclusion suggesting the Thai university students in his case study "came as Thai- and returned as Thai" (p. 317).

The data from this study suggest the Thai students adopted specific elements of American culture which they found attractive and/or useful. Such Western traits as punctuality, expressive individualism, and the creation of critical thinking skills were appealing to these students. Moreover, their changed appearance was an important manifestation of the Western values that appealed to them. Similar to Berry's students, the students in this sample also experienced a degree of alienation when they returned to Thailand. Of particular importance was their display of individualistic attitudes which led them to question traditional conduits of authority, ie, their parents, elders, and teachers.

Thanaphum (1980) has observed that Thai society is undergoing significant changes toward Western values which is affecting the Thai family structure. He states, "young people now demand more freedom, express more needs, and struggle for greater independence. Teenagers have become not only more assertive or social, but much more aware of themselves and their personal identities." (p. 489)

Mulder (1992) has theorized that one of the most dynamic influences changing traditional Thai society is the influence of Western ideas and notions of modern knowledge. According to Mulder the result is the creation of

...an educated elite capable of producing new ideas that challenge the legitimacy of the existing order. *Such changing ideas and radically new views of society will generally develop from those who are intellectually mobile, from students, intellectuals, and other people in contact with outside ideas and perceptions.* (p. 10) (My emphasis added,).

It is clearly evident that "Intercultural Inc. Thailand's" Mission is based in part on an economic development framework. As such, the intercultural exchange program to Western industrialized countries can be seen as an opportunity to groom a social elite well versed in the values and behaviors of the West. For example, the following excerpts from "Intercultural Inc Thailand" 1994 Annual Report are indicative of the role that the Year Program Abroad is expected to play in Thailand's future modernization efforts:

Thailand itself is a rapidly changing country. From a Developing nation to a Newly Industrialized Country, there has been economic, social, environmental and political change. These changes have affected traditional Thai values and customs. "Intercultural Inc" Thailand has an important role to play in our changing nation. It is through education that we can hope to increase the awareness of our people on how these changes are impacting on our society. Education will enable Thai people to view themselves as a part of the Global community, to see that what we do in Thailand will affect other countries, in order to improve our own. . . "Intercultural Inc" Thailand can assist in the process of change by providing intercultural learning opportunities, by providing information and by providing channels for communication so enabling people from vastly different backgrounds to realise their differences and similarities.

Some Thai scholars theorize that intercultural exchanges may play an important role in Thailand's economic development plans for the future. For example, Sippanondha Ketudat (1990) participating in an anticipatory futures research study by Robert Textor, noted that in an optimistic scenario of Thailand's future:

... person-to-person contact is the kind that is most likely to produce changes in attitudes and values that might eventually add up to culture change-for these foreigners directly and interactively model types of behavior that are in many ways sharply different from traditional Thai ways. While all foreigners doubtless have some degree of influence, it would appear that the most influential are the Japanese, other East Asians and Americans (p. 54).

Likewise, several theorists (Berry 1967; Kriengkraipetch and Smith 1992; Mulder 1992) note that an enduring quality of Thai culture has been its historical propensity to integrate only those ideas from other cultures which will in some way benefit Thailand. This is particularly true with respect to technological skills (see Frieg 1989; Palmer 1972). However, whether traditional Thai cultural institutions have the capability to withstand the continuous onslaught of Western ideas transmitted through the mass media and the globalization of economic relations, is a matter of debate.

For example, Ratanakul (1989) asserts Thailand has become economically and technologically dependent on Western industrial countries and the groups who benefit most from this dependency may become divorced from Thai cultural traditions. As Westernization progresses the likelihood of a dichotomy emerging between traditional value structures and modern values increases. This dichotomy

would be most notable between rural and urban areas (see Klausner 1993), groups tied to information age knowledge and global capital versus those tied to the informal economic sector and other areas of declining or stagnant economic opportunity (see Chotana and Pongsudhirak 1993), and between the younger generation which has more exposure to Western influences and their elders (see Sirivunnabood 1989).

Kriengkraipetch and Smith (1992) see Western style individualism as particularly upsetting to the established Thai social order.

Competition for material gain and privileged status has become fierce and almost uncontrollable. In this unsettling process of change, while people are intensely jostling for more elbow room, the traditional Thai concept of accomodation and group solidarity seems to have become one of the first casualties. The Western brand of individualism, which people see in movies and on television, rather than the accomodation and group solidarity, would seem to be a more efficient way of entering this new world of competition. And yet Western individualism runs counter to many of the other traditional Thai values and beliefs that are still prevalent. This dilemma between Western individualism and Thai group solidarity, is but one facet of deep-seated conflicts between traditions and modernity in which Thailand is helplessly caught (p. 218).

Komin (1985) notes that with increasing economic opportunities in Thailand, many Thais are practicing a set of values that are more self-centered and competitive, at the expense of traditional values which stress concern for other people and community spirit. According to Kulawat (1988) "economic growth and globalization are also influencing our social attitude. While economic growth brings more money, globalization increases cultural distribution. And with the money we buy a kind of life we see in Western films" (p. 59).

Conclusion

Recent projections of economic growth in Asia by Western business interests have identified the 21st Century as one of Asian economic dominance (see Tanzer 1996; Naisbett 1996). In a significant departure from this perspective (Greider 1997; see chapter 15) asserts that the integration of emerging economies like Thailand into the global capitalist economy, has a deleterious impact on its national identity, disrupting the social fabric of tradition. Recent economic troubles in Thailand resulting in the International Monetary Fund bailout of the Thai economy will most certainly exacerbate the dichotomies within Thai society.

The inculcation of Western values by these Thai students creates a need for researchers to investigate several areas of inquiry in the field of youth exchange and study abroad programs between Thailand and the West. First, is the adoption of Western values among students from Thailand more pervasive than the adoption of traditional or collective values by students from the United States who sojourn to Thailand? Second, is the adoption of Western values among Thai students transitory or permanent? Finally, do intercultural exchanges contribute to the breakdown of cultural traditions? Previous research has generally concluded that the outcome of youth exchange is a positive experience which enhances intercultural understanding and "global peace" (Bachner, Zeutschel & Shannon 1993; Gerner, Perry, Moselle, & Archbold 1992; Hansel & Grove 1986; Hansel 1988; Wilson 1993). Based on the data from this sample of Thai students, it appears the transformation that results from a sojourn also has potentially deleterious sociocultural effects.

As Thailand moves closer to full integration in the world economy exchange students represent a critical link to information age technologies. The values they adopt in their encounters with the West, however, must be seen in a larger socio-cultural context. Past research on adolescent exchange programs have failed to recognize this important point. Thus, future studies must begin to focus on the synergy between primary and secondary socialization and the impact that secondary socializing agents have upon the sojourner's native cultural values.

References

- Bachner, D., Zeutschel, U., & Shannon, D. (1993). Methodological issues in researching the effects of US-German educational youth exchange: a case study. *International Journal of Intercultural Relations*, 17, 41-71.
- Berry, J. (1967). Thai Students in the US: A Study In Attitude Change. Ithaca: Cornell Thailand Project, Interim Report Series, number 11. Data paper: 66. Southeast Asia program, Department of Asian Studies.
- Chotana, D. & Pongsudhirak, T. (1993). "A Farewell To Tradition." In *Thailand 2010: Which Way Do We Grow?* Bangkok: The Nation Publishing Group. 19-20.
- Frieg, J. P. (1989). *A Common Core: Thais and Americans*. Yarmouth: Intercultural Press.
- Gerner, M., Perry, F., Moselle, M., & Archbold, M. (1992). Characteristics of internationally mobile adolescents. *Journal of School Psychology*, 30, 197-214.

- Greider, W. (1997). *One World, Ready Or Not: The Manic Logic of Global Capitalism*. New York: Simon and Schuster.
- Hansel, B. (1993). *The Exchange Student Survival Kit*. Yarmouth: Intercultural Press.
- Hansel, B. (1988). Developing an international perspective in youth through exchange programs. *Education and Urban Society*, 20(2), 177-195.
- Hansel, B. & Grove, C. (1985). Learning by doing. *The Journal of College Admissions*, Spring, 26-31.
- Ketudat., S. (1990). *The Middle Path For the Future of Thailand: Technology in Harmony with Culture and Environment*. Honolulu: Institute of Culture and Communication, East-West Center.
- Klausner, W. J. (1993). *Reflections on Thai Culture*. Bangkok: The Siam Society.
- Komin, S. (1985). "The World View Through Thai Value Systems." In *Traditional and Changing Thai World View*. Bangkok: Chulalongkorn University Social Research Institute.
- Komin, S. (1991). *Psychology of the Thai People: Values and Behavioral Patterns*. Bangkok: Research Center, National Institute of Development Administration.
- Kriengkraipetch, S. & Smith, L.E. (1992). *Value Conflicts in Thai Society: Agonies of Change Seen in Short Stories*. Bangkok: Social Research Institute, Chulalongkorn University.
- Kulawat, S. (1988). Thai society's notes of changes. *Business Review*. (Thailand), 16 (204), 58-61.
- Mulder, N. (1992). *Inside Thai Society: An Interpretation of Everyday Life*. Bangkok: Duang Kamol.
- Naisbett, J. (1996). *Megatrends Asia*. New York: Simon and Schuster.
- Palmer, B. (1972). *The Thai Student: A Study in Educational Acculturation*. Unpublished Doctoral Dissertation. The University of California, Berkeley.
- Phillips, H. (1987). *Modern Thai Literature: with An Ethnographic Interpretation*. University of Hawaii Press.
- Ratanakul, P. (1989). "Modernization in Thai Society: Whose Values?" In J. Oxenham (ed). *Education and Values In Developing Nations*. New York: Paragon. 31-62.

- Schleicher, K. (1989). "The Future Generation in Industrialized and Developing Countries." In J. Oxenham. (ed). *Education and Values in Developing Nations*. New York: Paragon. 99-141.
- Sirivunnabood, P.B. (1989). "Moral Cognition in Contemporary Thai Society." In J.M. Innes (ed). *Recent Advances in Social Psychology: An International Perspective*. Amsterdam: North Holland. 39-51.
- Tanzer, A. (1996). The pacific century. *Forbes*, July 15, 108-113.
- Thanaphum, S. (1980). "Understanding and Ensuring Normal Adolescent Development in Thailand: A Buddhist Viewpoint." In E.J. Anthony and C. Chiland. (eds). *The Child In His Family: preventive child psychiatry in an age of transition*. John Wiley and Sons, Inc. Vol. 6. 487-495.
- Wilson, A. (1993). *The Meaning of International Experience for Schools*. Westport: Praeger.

Variance Component Analysis in Education

Sirichai Kanjanawasee

ABSTRACT

Educational data are usually multi-level hierarchical nested data, such as students are nested in class, classes are nested in school, and schools are nested in sector. According to multi-level structure, "variance component analysis" should be performed. Variance component analysis is a statistical procedure for estimating the variance components in a general linear model. Variance component analysis depicts the decomposition of total variance for each variable that can be attributed to multi-level structure. The information from the analysis will be useful for making decision of the further advanced analysis.

การวิเคราะห์ส่วนประกอบความแปรปรวนทางการศึกษา

ศิริชัย กาญจนวาสี

บทคัดย่อ

ข้อมูลของตัวแปรทางการศึกษามีลักษณะเป็นข้อมูลพหุระดับที่สอดแทรกลดหลั่น เช่น ข้อมูลตัวแปรเกี่ยวกับสังกัด โรงเรียน ห้องเรียน/ครู และนักเรียน ใน การทำความเข้าใจตัวแปรทางการศึกษาจึงควรมีการศึกษาถึงความแปรปรวนของตัวแปร แต่ละระดับของข้อมูล การวิเคราะห์ส่วนประกอบความแปรปรวนเป็นเทคนิคการ วิเคราะห์ทางสถิติเชิงเส้นตรงที่จะช่วยให้ทราบว่า ตัวแปรที่สนใจมีส่วนประกอบของ ความผันแปรเนื่องมาจากแหล่งหรือระดับใด มากน้อยเพียงไร การรู้ถึงความแปรปรวน ในแต่ละระดับ นอกจากจะเป็นสารสนเทศสำคัญในการบรรยายตัวแปร ยังเป็น ประโยชน์ต่อการเลือกโมเดลการวิเคราะห์ขั้นสูงได้อย่างเหมาะสม

บทนำ

ข้อมูลทางการศึกษาที่ได้จากการสำรวจหรือใช้ในงานวิจัยมักเป็นข้อมูลหลายระดับ (Multi-Level Data) เช่น ข้อมูลระดับนักเรียน ชั้นเรียน โรงเรียน ชุมชน สังเกต เป็นต้น ข้อมูลหลายระดับนี้มีลักษณะของข้อมูลที่มีสมาชิกต่าง ๆ ของหน่วยย่อยอยู่รวมกันเป็นหน่วยใดหน่วยหนึ่งที่ใหญ่ขึ้นตามลำดับ หรือเรียกว่าการเป็นระดับที่สอดแทรกกลดหลั่นกัน (hierarchical nested data) โดยนักเรียนสอดแทรกอยู่ในชั้นเรียน (students nested in class) ชั้นเรียนสอดแทรกอยู่ในโรงเรียน (classes nested in school) โรงเรียนสอดแทรกอยู่ในสังกัด (schools nested in sector)

จากการที่ข้อมูลทางการศึกษามีลักษณะธรรมชาติเป็นข้อมูลหลายระดับที่สอดแทรกกลดหลั่นกัน ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรทางการศึกษาจึงควรทราบถึงความแปรปรวนของค่าตัวแปรในระดับต่าง ๆ กันว่ามีส่วนประกอบย่อย ๆ แต่ละส่วนแตกต่างกันอย่างไรตามระดับข้อมูล หรือตัวแปรนั้นมีความแปรปรวนอันเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างนักเรียน ชั้นเรียน โรงเรียน ชุมชน หรือสังกัดมากน้อยเพียงไร

การวิเคราะห์ส่วนประกอบความแปรปรวนเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติอย่างหนึ่งที่จะตอบคำถามว่า “ความแปรปรวนของค่าในตัวแปรทางการศึกษามีส่วนประกอบย่อย ๆ แต่ละส่วนแตกต่างกันอย่างไรตามระดับข้อมูล” เช่น นักเรียน ชั้นเรียน โรงเรียน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ทราบการกระจายตัวของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระทั้งหลายที่สนใจระหว่างระดับชั้นต่าง ๆ ของข้อมูล

โมเดลการวิเคราะห์

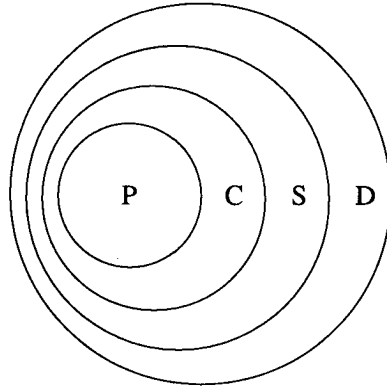
ข้อมูลทางการศึกษาเป็นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นพหุระดับที่สอดแทรกกลดหลั่นกันดังกล่าวข้างต้น การวิเคราะห์ส่วนประกอบความแปรปรวนจะช่วยให้ผู้วิจัยทราบการกระจายตัวของตัวแปรระหว่างระดับชั้นของข้อมูล สมมติในกรณีที่เราสนใจข้อมูลของตัวแปร X ในระดับนักเรียน (P) ห้องเรียน (C) โรงเรียน (S) และสังกัด (D)

เราจะพบว่านักเรียนเป็นหน่วยย่อยในห้องเรียน มีนักเรียนหลายคน (P_i) รวมกันอยู่ในห้องเรียนเดียวกัน (C) หรือ P_i สอดแทรกอยู่ใน C ซึ่งสามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ว่า $P:C$ (P nested in C)

ในขณะที่เดียวกันห้องเรียนเป็นหน่วยย่อยในโรงเรียน มีห้องเรียนหลายห้อง (C_j) รวมกันอยู่ในโรงเรียนเดียวกัน (S) หรือ C_j สอดแทรกอยู่ใน S ซึ่งสามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ว่า $C:S$ (C nested in S)

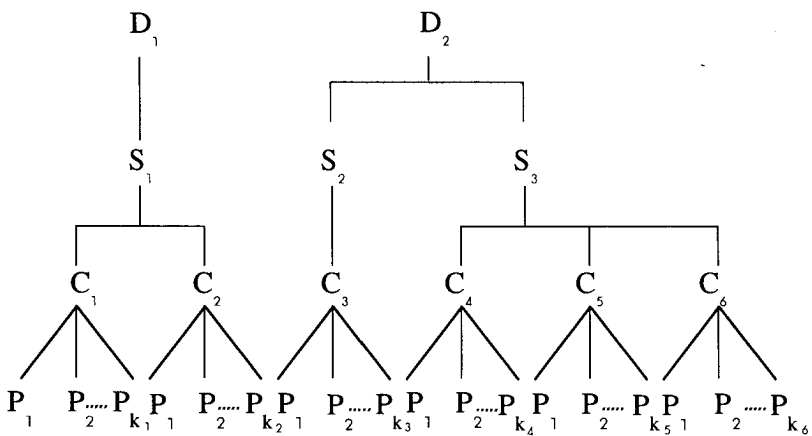
ในทำนองเดียวกัน โรงเรียนเป็นหน่วยย่อยในสังกัด มีโรงเรียนหลายโรง (S_k) รวมกันอยู่ในสังกัดเดียวกัน (D) หรือ S_k สอดแทรกอยู่ใน D ซึ่งสามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ว่า $S:D$ (S nested in D)

ดังนั้นการออกแบบโมเดลการวิเคราะห์จึงสามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ว่า P:C:S:D ส่วนประกอบความแปรปรวนของตัวแปร X แต่ละส่วนตามระดับข้อมูลสามารถแสดงด้วยไดอะแกรมดังภาพ



ภาพที่ 1 ไดอะแกรมของโมเดล P:C:S:D

ในกรณีที่เราสนใจศึกษา 2 สังกัด แต่ละสังกัด (D) มีโรงเรียน 1 และ 2 โรงเรียนตามลำดับ แต่ละโรง (S) มี 1-3 ห้องเรียน (C) แต่ละห้องเรียนมีนักเรียน (P) หลายคน สามารถแสดงไดอะแกรมดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ไดอะแกรมของโมเดล 2 สังกัด

ตัวแปร X มีส่วนประกอบย่อยๆ แต่ละส่วนตามระดับข้อมูลซึ่งสามารถเขียนเป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์เชิงเส้นได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 X_{PCSD} &= \mu && \text{[grand mean]} \\
 &+ (\mu_D - \mu) && \text{[sector effect]} \\
 &+ (\mu_{SD} - \mu_D) && \text{[school effect]} \\
 &+ (\mu_{CSD} - \mu_{SD}) && \text{[class effect]} \\
 &+ (X_{PCSD} - \mu_{CSD}) && \text{[residual effect]}
 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } \sigma^2(X_{PCSD}) = \sigma^2_D + \sigma^2_{S:D} + \sigma^2_{C:D:S} + \sigma^2_{P:C:S:D}$$

$$\text{เมื่อ } \sigma^2(X_{PCSD}) = \text{ความแปรปรวนของตัวแปร } X \text{ ในระดับนักเรียน}$$

$$\sigma^2_D = \text{ความแปรปรวนระหว่างสังกัด}$$

$$\sigma^2_{S:D} = \text{ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนภายในสังกัด}$$

$$\sigma^2_{C:D:S} = \text{ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนภายในโรงเรียน}$$

$$\sigma^2_{P:C:S:D} = \text{ความแปรปรวนระหว่างนักเรียนภายในห้องเรียน}$$

วิธีการประมาณค่าส่วนประกอบของความแปรปรวน

การประมาณค่าส่วนประกอบของความแปรปรวนสามารถกระทำได้ด้วยวิธีหลัก 4 วิธี (Corbeil and Searle, 1976 ; Liu and Senturia, 1977 ; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2535)

1) การใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (AOV) โดยการเลือกโมเดลวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับโครงสร้างแหล่งความแปรปรวนของข้อมูลเพื่อคำนวณค่าคาดหวังของกำลังสองเฉลี่ย (expected mean square) ของแต่ละแหล่งความแปรปรวน จากนั้นจึงหาค่าความแปรปรวนของแต่ละส่วนที่ต้องการ

2) การใช้วิธีความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood estimation : ML) เพื่อประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนแต่ละส่วนที่มีความเป็นไปได้สูงสุด หรืออาจใช้ REML (Restricted ML)

3) การใช้วิธีกำลังสองที่ไม่ลำเอียงต่ำสุด (Minimum Norm Quadratic Unbiased Estimation : MINQUE) เพื่อประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนแต่ละส่วนที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำสุด

4) การใช้วิธีของเบย์ (Bayesian estimation)

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถนำมาใช้ในการประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน ได้แก่ โปรแกรม SPSS โดยใช้คำสั่ง ANOVA และคำนวณค่าความแปรปรวนแต่ละส่วนตามวิธีที่หนึ่ง แต่ถ้าจะให้สะดวกควรใช้โปรแกรม BMDP โดยใช้คำสั่ง 8 V หรือโปรแกรม SAS โดยใช้คำสั่ง VARCOMP ซึ่งจะประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนโดยตรง

ตัวอย่างการประมาณค่าส่วนประกอบของความแปรปรวน

ในที่นี้ขอยกตัวอย่างการประมาณค่าความแปรปรวนของตัวแปรตาม 4 ตัว และตัวแปรต้น 15 ตัวโดยใช้ข้อมูลและผลการวิเคราะห์จาก Kanjanawasee (1989) ตัวแปรตามทั้ง 4 ตัว เป็นตัวแปรที่วัดในระดับนักเรียนทั้งหมด ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MATHACH) พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACHGROWTH) เจตคติต่อคณิตศาสตร์ (MATHATT) และพัฒนาการของเจตคติต่อคณิตศาสตร์ (ATTGROWTH) ส่วนตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรที่วัดในระดับนักเรียน ห้องเรียน และโรงเรียน ตัวแปรอิสระที่วัดในระดับนักเรียนประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์เดิม (PRIORACH) เจตคติเดิม (PRIORATT) ความมุ่งมั่นในการศึกษาต่อ (FURTHERED) เศรษฐฐานะ (SES) และการมีส่วนร่วมช่วยทำกรบ้านของพ่อแม่ (PARSCON) ตัวแปรอิสระที่วัดในระดับห้องเรียน ได้แก่ ขนาดของห้องเรียน (CLASSIZE) ประสบการณ์ของครู (TEAEXP) คุณภาพการสอน (TEAQUAL) ผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยของห้อง (PEERACH) เจตคติต่อคณิตศาสตร์เฉลี่ยของห้อง (PEERATT) และโอกาสในการเรียนเนื้อหาที่ออกข้อสอบ (OTL) ตัวแปรอิสระที่วัดในระดับโรงเรียน ประกอบด้วย ขนาดของโรงเรียน (SCHSIZE) นโยบายการใช้เครื่องคิดเลขของโรงเรียน (CALPOL) ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน (INSTLEAD) และสัดส่วนของนักเรียนต่อครู (STRATIO)

ผู้เขียนใช้โปรแกรม SAS ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนของตัวแปรตาม ซึ่งวัดในระดับนักเรียน 4 ตัว และตัวแปรอิสระระดับนักเรียน 5 ตัว ตามระดับการวัด 3 ระดับ ได้แก่ ระดับนักเรียน (STUDENT) โรงเรียน (SCHOOL) และชุมชน (SCC) โดยแยกความแปรปรวนของตัวแปรเป็น 3 ส่วน คือ ความแปรปรวนระหว่างนักเรียน (ภายในโรงเรียน) ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน (ภายในชุมชน) และความแปรปรวนระหว่างชุมชน นอกจากนี้ยังได้ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนและโรงเรียน โดยแยกความแปรปรวนของตัวแปรเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน (ภายในชุมชน) และความแปรปรวนระหว่างชุมชน สำหรับคำสั่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ และผลการวิเคราะห์ปรากฏในตารางที่ 1

คำสั่ง (SAS)

- (1) PROC NESTED AOV; STUDENT SCHOOL SCC;
VAR MATCHACH TO PARSCON
- (2) PROC NESTED AOV; SCHOOL SCC;
VAR CLASSIZE TO STRATIO

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบความแปรปรวนและร้อยละของส่วนประกอบความแปรปรวนของตัวแปรระดับนักเรียน ชั้นเรียน /โรงเรียน และชุมชน

ตัวแปร	ความแปรปรวนทั้งหมด	ความแปรปรวนระหว่างชุมชน		ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน		ความแปรปรวนระหว่างนักเรียน	
		ความแปรปรวน	ร้อยละ	ความแปรปรวน	ร้อยละ	ความแปรปรวน	ร้อยละ
STUDENTS' OUTCOME							
- MATHACH	59.020	0.962	1.63	24.673	41.80	33.385	56.57
- ACHGROWTH	382.400	5.420	1.42	61.739	16.14	315.241	82.44
- MATHATT	3.214	0.008	0.25	0.187	5.90	3.019	93.93
- ATTGROWTH	1860.166	7.279	0.39	47.223	2.54	1805.664	97.07
STUDENT CHARACTERISTICS							
- PRIORACH	41.196	0.233	0.57	17.603	42.73	23.360	56.70
- PRIORATT	2.900	0	0	0.147	5.07	2.753	94.93
- FURTHED	0.889	0.021	2.36	0.086	9.67	0.782	87.96
- SES	551.212	54.203	9.83	65.960	11.97	431.049	78.20
- PARSCON	28.415	0.164	0.58	1.126	3.96	27.125	95.46
CLASS CHARACTERISTICS							
- CLASSIZE	58.551	10.065	17.19	48.486	82.81		
- TEAEXP	49.990	5.752	11.51	44.238	88.49		
- TEAQUAL	250.118	12.199	4.88	237.919	95.12		
- PEERACH	17.546	0.677	3.86	16.869	96.14		
- PEERATT	0.207	0	0	0.207	100.00		
- OTL	90.401	0	0	90.401	100.00		
SCHOOL CHARACTERISTICS							
- SCHSIZE	1157364.000	271780.000	23.48	885584.000	76.52		
- CALPOL	0.130	0.003	2.31	0.127	97.69		
- INSTLEAD	20.642	0.134	0.65	20.508	99.35		
- STRATIO	24.030	0	0	24.030	100.00		

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบความแปรปรวนแสดงให้เห็นว่า ตัวแปรตามซึ่งวัดในระดับนักเรียนทั้ง 4 ตัว มีความผันแปรหรือความแตกต่างกันในระดับนักเรียน โรงเรียน และชุมชน จากการเปรียบเทียบขนาดของส่วนประกอบความแปรปรวนพบว่า มีความแตกต่างระหว่างนักเรียนภายในโรงเรียนมากที่สุด (57% ถึง 97%) รองลงมาคือความแตกต่างระหว่างโรงเรียนภายในชุมชน (3% ถึง 42%) และน้อยที่สุดเป็นความแตกต่างระหว่างชุมชน (0.3% ถึง 2%) สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MATHACH) มีความแตกต่างกันสูงทั้งระหว่างนักเรียนและระหว่างโรงเรียน

ส่วนประกอบความแปรปรวนของตัวแปรอิสระที่วัดในระดับนักเรียนก็เช่นกัน มีความผันแปรหรือความแตกต่างระหว่างนักเรียนภายในโรงเรียนมากที่สุด (57% ถึง 95%) รองลงมาเป็นความแตกต่างระหว่างโรงเรียนภายในชุมชน (4% ถึง 43%) และน้อยที่สุดเป็นความแตกต่างระหว่างชุมชน (0% ถึง 10%) สำหรับตัวแปรเศรษฐกิจฐานะ (SES) มีความแตกต่างระหว่างชุมชน (10%) ซึ่งสูงกว่าตัวแปรอื่นๆ ที่วัดในระดับนักเรียน แสดงว่าเศรษฐกิจฐานะของนักเรียนมีความแตกต่างระหว่างชุมชนมากกว่าตัวแปรอื่นๆ ในระดับเดียวกัน เป็นที่น่าสังเกตว่าทั้งตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MATHACH) และผลสัมฤทธิ์เดิม (PRIORACH) มีความแตกต่างกันมากระหว่างนักเรียนและระหว่างโรงเรียน น่าจะสะท้อนถึงการมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันในตัวนักเรียน และความไม่เสมอภาคทางคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระหว่างโรงเรียน

ตัวแปรอิสระในระดับชั้นเรียนและโรงเรียน ความผันแปรส่วนใหญ่เป็นความผันแปรหรือความแตกต่างระหว่างโรงเรียน (77% ถึง 100%) และมีความผันแปรค่อนข้างน้อยระหว่างชุมชน (0% ถึง 23%) สำหรับตัวแปรขนาดของโรงเรียน (SCHSIZE) ค่อนข้างมีความแตกต่างระหว่างชุมชน (23%) ส่วนตัวแปรเจตคติต่อคณิตศาสตร์เฉลี่ยของห้อง (PEERATT) โอกาสในการเรียนเนื้อหาที่ออกข้อสอบ (OTL) และสัดส่วนของนักเรียนต่อครู (STRATIO) มีความผันแปรทั้งหมดเป็นความผันแปรหรือความแตกต่างระหว่างโรงเรียน

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ความแปรปรวนที่แตกต่างกันในแต่ละระดับ น่าจะเป็นเครื่องบ่งชี้ว่าผลของตัวแปรอิสระในแต่ละระดับต่อตัวแปรตาม คงจะมีความแตกต่างกัน การวิเคราะห์ตามประเพณีนิยมที่มีการรวมวิเคราะห์ทุกตัวแปรเสมือนอยู่ในระดับเดียวกัน น่าจะไม่ใช่ข้อค้นพบที่ชัดเจน การวิเคราะห์พหุระดับ (Multi-Level Analysis) ตามธรรมชาติความจริงของข้อมูลจากตัวแปรต่างระดับ น่าจะให้ข้อค้นพบที่มีความถูกต้องและชัดเจนกว่าการวิเคราะห์ตามประเพณีนิยม (Burstein, 1980a, 1980b; Kanjanawasee, 1989)

เอกสารอ้างอิง

- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2535). การวิเคราะห์ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน. *วิจัยการศึกษา*, 15(4), 9-14.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2535). การวิเคราะห์ห้พระระดับ. *วิจัยการศึกษา*, 15(5), 6-14.
- Burstein, L. (1980 a). Analysis of Multilevel Data in Education Research and Evaluation. In Bertiner (Ed.), *Review of Research in Education*. Washington, D.C. : American Education Research Association.
- Burstein, L. (1980 b). The Role of Levels of Analysis in the Specification of Education Effect. In R. Dreeben, and J.A. Thomas (Eds.), *The Analysis of Educational Productivity : Microanalysis*. Massachusetts : Ballinger Publishing Company.
- Corbeil, R.R., and Searle, S.R. (1976). "A Comparison of Variance Component Estimators". *Biometrics*, 32 (December), 779-791.
- Kanjanawasee, S. (1989). Alternative Strategies for Policy Analysis : An Assessment of School Effects on Students' Cognitive and Affective Arithmetics Outcomes in Lower Secondary Schools in Thailand. Doctoral Dissertation in Education, University of California, Los Angeles.
- Liu, Lon-Mu, and Senturia, J. (1977). Computation of MINQUE Variance Component Estimates. *Journal of the American Statistical Association*, (December), 867-868.

Performance Review : 360-Degree System

Danai Theanphut

ABSTRACT

The article presents recent trends in the Performance Review for performance management which is well-advanced in this area.

The article emphasizes on the 360-DEGREE SYSTEM which consists of the concept and methodology in generating performance feedback from multi-sources of raters such as supervisors, peers, higher - level supervisors, subordinates and customers.

The Trends in the applications of Performance Review with 360-Degree System for competency-based appraisal and the various functions of Human Resources Management are outlined.

ประเมินผลงานระบบ 360°

दनัย เทียนพุด

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวโน้มของการประเมินผลงาน สำหรับการจัดการผลงาน ซึ่งมีความก้าวหน้าไปมากในด้านนี้ บทความต้องการมุ่งเน้นที่ การประเมินผลงานระบบ 360 ซึ่งประกอบด้วยแนวคิด และวิธีการประเมินผลงานด้วยการรวบรวมข้อมูลย้อนกลับ จากกลุ่มผู้ประเมินหลายมิติ เช่น หัวหน้างาน เพื่อนร่วมงาน ผู้บังคับบัญชา ผู้ใต้บังคับบัญชา และลูกค้า แนวโน้มในการประยุกต์ใช้การประเมินความสามารถและการประยุกต์ใช้ในหน้าที่ต่าง ๆ ของการบริหารทรัพยากรบุคคล

บทนำ

กระแสของโลกาภิวัตน์ผลักดันให้เศรษฐกิจ การศึกษา สังคม การเมืองและการดำรงชีพของมนุษยชาติมีการปรับเปลี่ยนอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกันก็ส่งผลทั้งด้านบวก เช่น การค้าที่เปิดกว้างขึ้นจนกระทั่งไร้พรมแดน ข้อมูลข่าวสารสามารถรับรู้ติดต่อกันได้ตลอด 24 ชั่วโมง เกิดองค์กรระดับโลกหรือกลุ่มความร่วมมือระดับภูมิภาค เพื่อจัดระเบียบโลกใหม่หรือกีดกันส่งเสริมการค้า ส่วนผลทางด้านลบ อาทิ ประเทศที่ไม่มีความสามารถในการแข่งขันอย่างแท้จริงหรือ ระบบการเงินของประเทศเติบโตแบบเศรษฐกิจฟองสบู่ การควบคุมดูแลด้านเศรษฐกิจ การเงิน-การคลังหรือตลาดทุนเป็นไปแบบลู่บนานา-ปะจุมุกเศรษฐกิจก็ล้มละลายสถาบันการเงินปิดกิจการ อัตราดอกเบี้ยสูงขาดดุลการค้า หนี้ต่างประเทศ มีเป็นจำนวนมากเงินเฟ้อสูง คนตกงานนับล้าน ๆ คน ซึ่งกำลังเกิดขึ้นอยู่กับเศรษฐกิจของไทยในช่วงปี 2540 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน

องค์กรธุรกิจที่อยู่ท่ามกลางกระแสโลกาภิวัตน์ก็เป็นเช่นเดียวกัน มีการปรับเปลี่ยน ลดขนาดกิจการ เปลี่ยนแปลงผู้ถือหุ้นเป็นกลุ่มทุนข้ามชาติ การขาย-โอนกิจการ หรือปิดกิจการไปตามผลกระทบที่เกิดขึ้น ขณะเดียวกันการดูแลทรัพยากรบุคคลหรือการบริหารทรัพยากรบุคคล (Human Resources Management) จำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนกรอบความคิดในหลาย ๆ เรื่อง เช่น การคัดเลือกพนักงาน การฝึกอบรมและพัฒนา การวางแผนอาชีพและแผนสืบทอดตำแหน่ง การประเมินผลงาน รวมถึงด้านแรงงานสัมพันธ์ ชีวอนามัย และความปลอดภัยในการทำงาน เป็นต้น

รวมสรุปจากสิ่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางธุรกิจที่องค์กรธุรกิจ ผู้บริหารธุรกิจและผู้บริหารด้านทรัพยากรบุคคลจะต้องหาคำตอบและพัฒนาวิธีการที่จะให้ธุรกิจมีความสามารถในการแข่งขัน การจัดการที่จะฟื้นฟูธุรกิจได้ในเวลาที่ไม่ยาวนานนัก โดยมีประเด็นดังนี้

1. ธุรกิจจำเป็นที่จะต้องพลิกฟื้นหรือปรับเปลี่ยนไปสู่วิถีทัศน์ใหม่ในลักษณะอย่างไร จึงจะอยู่รอดและเติบโตได้เพื่อก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21
2. ความสามารถที่ธุรกิจจะใช้ในการแข่งขัน จะเป็นความสามารถแบบใดหรือความสามารถหลักของธุรกิจ (core competencies) ลักษณะใดที่ธุรกิจจะมีเพื่อชัยชนะในการแข่งขันกับธุรกิจข้ามชาติ
3. การจัดผลงานและระบบรางวัลจูงใจแบบใดที่สอดคล้องทั้งข้อ 1 และข้อ 2 จนกระทั่งทำให้ “คน” มีผลงานในคุณค่าที่สูงสุด (superior performance)

ดังนั้น การบริหารทรัพยากรบุคคลในยุคศตวรรษที่ 21 จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนบทบาทจากการเป็น “งานสนับสนุน” (supporting) ไปสู่ “พันธมิตร/หุ้นส่วนธุรกิจ” (business partner) หรือไกลไปถึงผู้กำหนดกลยุทธ์ (strategic player) ซึ่งน่าจะให้คำตอบในคำถามทั้ง 3 ประการข้างต้นได้

ความสามารถหลักของธุรกิจ (core competencies) คือสิ่งที่ผู้บริหารระดับสูงผู้จัดการและผู้เชี่ยวชาญที่สนใจจะพัฒนา “ความได้เปรียบในการแข่งขัน” (competitive advantage) ให้กับธุรกิจ สนใจพัฒนา-ค้นหา-ประเมินในสิ่งเหล่านี้อยู่ ซึ่งก็สอดคล้องกับคำถามที่ผู้บริหารธุรกิจถามต่อฝ่ายบริหารทรัพยากรบุคคล เช่น

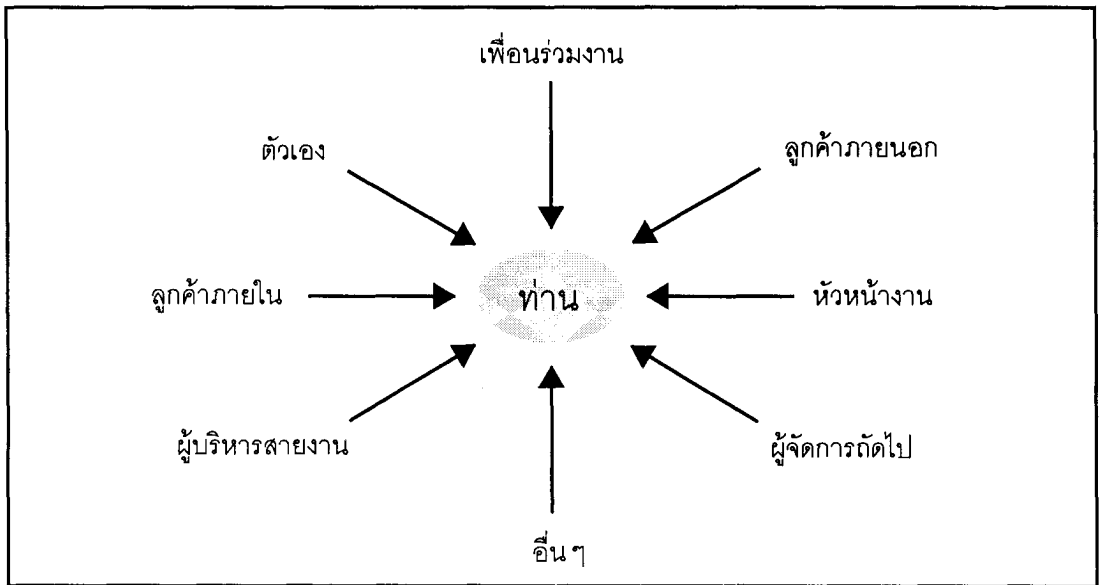
- ธุรกิจยุคใหม่จะมีการประเมินผลงานที่เป็น “การประเมินแบบรอบมิติ”* (multisource assessment) ใช่หรือไม่
- หากเราจะเปลี่ยนความสนใจจากการวัดผลงานจากงาน (job) ไปวัดความสามารถ (competence) ของคนจะอย่างไร
- ระบบ 360° (360-DEGREE SYSTEM) จะใช้กับธุรกิจในการเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน ระดับโลกได้จริงหรือไม่
- การประเมินผลงานระบบ 360° ช่วยลดอคติของผู้บังคับบัญชา เพิ่มการพัฒนาลูกน้องลดการเผชิญหน้าของผู้บริหารในการแจ้งผลการประเมิน ฯลฯ ได้อย่างไร
- ไม่มีวิธีการที่ดีที่สุดที่จะพิจารณาผลงานของสมาชิกทีมแต่ละคนได้จากระบบประเมินผลแบบเดิม แต่ระบบ 360 ช่วยให้ได้สารสนเทศที่ยอมรับและเหมาะสมต่อรางวัลจริง ๆ หรือไม่
- จะเปลี่ยนกรอบแนวคิดจากการจ่ายค่าตอบแทนตามงาน (job-based pay) ไปสู่การจ่ายค่าตอบแทนตามบุคคล/ ความสามารถ (person/ competency-based pay) ด้วยระบบ 360° ได้ไหม
- ธุรกิจไทยในปี 2541 เป็นต้นไป จะต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการลักษณะใด จึงจะใช้ระบบ 360° ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบ 360 มิติใหม่ในการประเมินผลงาน

การประเมินผลงานระบบ 360° ก็คือ ระบบประเมินผลงานจากหลาย ๆ แหล่ง ที่จะเข้าไปเก็บสารสนเทศเกี่ยวกับงานที่ใกล้ชิดกับพนักงานให้มากที่สุด เช่น หัวหน้างาน เพื่อนร่วมงาน ผู้ที่รายงานขึ้นตรง (ลูกน้อง) และลูกค้าทั้งภายในและภายนอกเท่าที่จะเป็นไปได้ (Edwards & Ewen, 1996)

* หมายเหตุ : ผู้เขียนใช้คำว่า รอบมิติ หมายถึง เป็นการประเมินผลงานของผู้ถูกประเมินจากหลายแหล่ง ข้อมูลในรอบทิศทาง 360° ซึ่งอธิบายเป็นมิติขององศาได้ว่า 1 องศา คือ การประเมินตนเองหรือหัวหน้างาน เป็นผู้ประเมิน 90 องศา คือ เพื่อนร่วมงานเป็นผู้ประเมิน 180 องศา คือ ผู้บังคับบัญชาที่รายงานขึ้นตรงเป็นผู้ประเมิน และ 360 องศา คือ แหล่งประเมินอื่น ๆ เช่น ลูกค้า โดยนัยของสารสนเทศก็คือ แหล่งสารสนเทศรอบมิติ (multisource)

แผนภาพที่ 1 360° DEGREE SYSTEM



ที่มา : Edwards & Ewen, 1996.

สารสนเทศที่เกี่ยวกับงานนั้น หมายถึง สิ่งที่เป็นความสามารถของพนักงานเพื่อสร้างผลงานในคุณค่าที่สูงสุด ส่วนการออกแบบโมเดลระบบ 360° จะกำหนดให้สอดคล้องกับความสามารถหลักของธุรกิจ ภายใต้กรอบวิสัยทัศน์และภารกิจขององค์กร รวมถึงการเปิดโอกาสให้พนักงานพัฒนาตนเองและความก้าวหน้าในอาชีพตามขีดความสามารถ เพื่อให้ได้รับรางวัลสูงใจตามความสามารถดังกล่าว อันจะก่อให้เกิดคุณค่าต่อองค์กรในที่สุด

วัตถุประสงค์ของระบบ 360°

ระบบ 360° ช่วยในเรื่อง การพัฒนาอาชีพ การตัดสินใจให้รางวัลที่ยุติธรรม การวัดผลงานที่ถูกต้อง เป็นวิธีวัดผลที่แม่นยำ ทำให้เห็นความแตกต่างในการจัดการ ทั้งนี้ก็เพราะวัตถุประสงค์ของระบบ 360° ต้องการมุ่งเน้นในประเด็นต่อไปนี้

1. กำหนดพฤติกรรมบุคคลและทีมให้สอดคล้องกับวิสัยทัศน์และคุณค่าธุรกิจ
2. มุ่งเน้นการให้รางวัลสูงใจตามความสามารถ
3. มีวิธีวัดผลงานที่ยุติธรรมและแม่นยำ
4. สนับสนุนให้มุ่งมั่นผูกพันกับการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง
5. เสริมแรงต่อการริเริ่มสิ่งต่าง ๆ ในองค์กร เช่น

- การบริการลูกค้า ทำงานเป็นทีม คุณภาพ การกระจายอำนาจ รางวัลต่อผลงานและองค์กร อัจฉริยะ (Learning Organization)

- เป็นเครื่องมือในการสื่อสารที่ช่วยให้พนักงานเข้าใจถึงว่า พฤติกรรมอย่างไรจึงสัมพันธ์กับเป้าหมายขององค์กร

กรอบวิธีการประเมินผลงานระบบ 360° เพื่อให้ท่านผู้อ่านได้เห็นกรอบในภาพรวมของระบบ 360° ท่านอาจพิจารณาจากแหล่งสารสนเทศของการประเมินผลงานสู่ระบบ 360°

ระบบ 360° เป็นวิธีการที่ต้องมีแหล่งสารสนเทศรอบมิติ (multisource) หรือหลายแหล่งข้อมูลรวมทั้งเป็นข้อมูลย้อนกลับได้ คือ

- การประเมินผลงาน 1 องศา เป็นการประเมินตนเองหรือผู้บังคับบัญชา (หัวหน้างาน) เป็นผู้ประเมิน ทั้งนี้ก็เพราะว่าการประเมินตนเองจะใช้เป็นตัวเปรียบเทียบที่สำคัญกับแหล่งสารสนเทศอื่น ๆ ส่วนผู้บังคับบัญชา (หัวหน้างาน) นั้นสามารถให้ข้อมูลการประเมินผลที่ตรงและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาก เพราะใกล้ชิดที่สุดกับผู้ปฏิบัติงาน

- การประเมินผลงาน 90 องศา เป็นการประเมินจากเพื่อนร่วมงาน สารสนเทศในส่วนนี้เป็นผลจากการวิจัยเกี่ยวกับระบบ 360° พบว่า มีความเชื่อถือได้ (ทั้งถูกต้องและสอดคล้องกับผู้ประเมินอื่น ๆ) แม่นตรง (โดยเฉพาะในการประเมินเพื่อใช้สำหรับการเลื่อนตำแหน่ง) และได้รับการยอมรับสูง สำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้ถูกประเมิน

- การประเมินผลงาน 180 องศา เป็นการประเมินจากระดับที่เหนือกว่า (ผู้บริหารสายงาน/กลุ่ม) ความจำเป็นที่ต้องการสารสนเทศจากผู้บริหารที่พนักงานรายงานขึ้นตรงถัดไปอีก 2-3 ระดับ เนื่องจากว่าผู้บริหารสูงสุดมักกังวลว่า ผู้บังคับบัญชาโดยตรงอาจไม่ให้สารสนเทศที่ดีนัก เพราะสารสนเทศดังกล่าว ต้องใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับความก้าวหน้าในอาชีพของพนักงาน

- การประเมินผลงาน 360 องศา เป็นการประเมินรอบมิติที่มีสมมติฐานว่า ข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับเป็นส่วนหนึ่งของอิทธิพลที่มีต่อพนักงานหรือเครือข่ายความรู้ที่ว่าถึงพฤติกรรมการทำงานของพนักงานมากที่สุด แหล่งสารสนเทศอื่นอาจจะเป็น สมาชิกทีม ลูกค้าภายใน หรือลูกค้าภายนอก

โดยสรุปแล้ว ระบบ 360° มิติใหม่ในการประเมินผลงานสามารถกำหนดเป็นภาพรวมให้เห็นได้ดังนี้

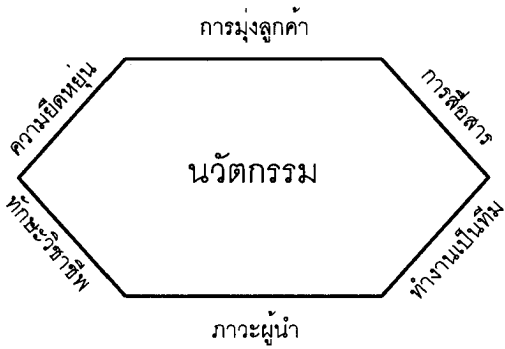
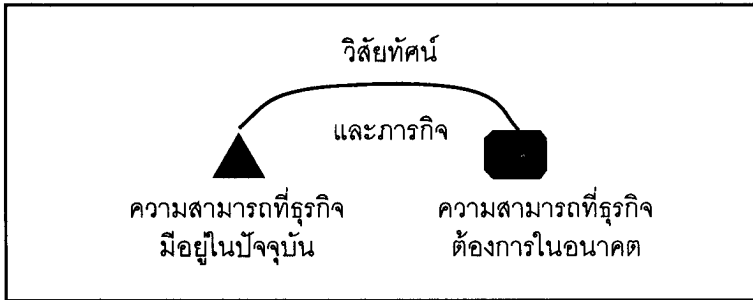


แผนภาพที่ 2 ระบบ 360° ในการประเมินผลงาน

โมเดลการออกแบบระบบ 360°

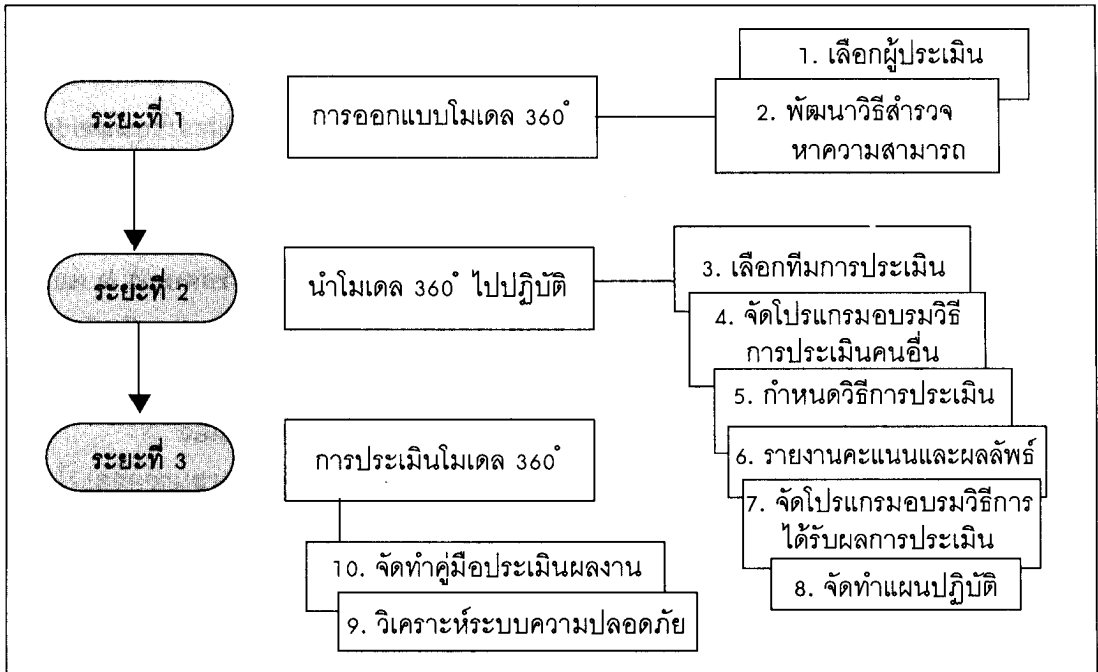
ตามที่กล่าวมาตั้งแต่ต้นว่า การประเมินผลงานระบบ 360° เป็นการเปลี่ยนกรอบแนวคิดใหม่ที่วัดผลงานตามความสามารถโดยจะต้องสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ และภารกิจขององค์กร ดังนั้นโมเดลการออกแบบระบบ 360° จะเป็นไปตามแผนภาพที่ 3

แผนภาพที่ 3 โมเดลการออกแบบการประเมินผลงานระบบ 360°



ความสามารถของธุรกิจ

โมเดลพัฒนาระบบ 360°



ดัดแปลงจาก Edwards & Ewen, (1996)

ในโมเดลการออกแบบประเมินผลงานระบบ 360 ผู้เขียนได้กำหนดส่วนสำคัญไว้ 3 ส่วนด้วยกันคือ

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์หาความสามารถที่ธุรกิจต้องการในอนาคต ซึ่งความสามารถที่ธุรกิจต้องการในอนาคต หรือที่ Hamel และ Prahalad (1994) เรียกว่าความสามารถหลักของธุรกิจ (core competencies) ดังนั้นหากธุรกิจหรือองค์กรวิเคราะห์วิสัยทัศน์และภารกิจ จะพบว่าสิ่งที่เป็นแรงขับเคลื่อนหลักที่จะทำให้ธุรกิจชนะในการแข่งขัน ก็คือ ความสามารถหลักของธุรกิจ หากจะพัฒนาความสามารถขึ้นมาจำเป็นจะต้องเปรียบเทียบระหว่างความสามารถที่ธุรกิจมีอยู่ในปัจจุบันกับภาพของวิสัยทัศน์และภารกิจที่องค์กรต้องการจะทำจึงจะได้ความสามารถที่ธุรกิจต้องการในอนาคต

ส่วนที่ 2 ความสามารถของธุรกิจ ส่วนนี้เป็นการสร้างโมเดลความสามารถของธุรกิจ ซึ่งอาจจะใช้แนวทางของโมเดลจากส่วนที่ 1 คือ การวิเคราะห์หาความสามารถที่ธุรกิจต้องการในอนาคตหรืออาจจะใช้โมเดลความสามารถโดยการศึกษาจากทฤษฎีหรือธุรกิจชั้นนำที่ประสบความสำเร็จว่า มีความสามารถหลักของธุรกิจอะไรบ้าง แล้วปรับให้เข้ากับธุรกิจหรือองค์กรของตนเองให้เป็นโมเดลความสามารถของธุรกิจที่ต้องการ

ในการออกแบบประเมินผลงานระบบ 360° หากได้ดำเนินการส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 การออกแบบโมเดล 360 ก็จะสามารถที่ใช้เป็นปัจจัยการประเมินผลงานได้ทันที โมเดลความสามารถของธุรกิจ เท่าที่มีผู้ศึกษาไว้สามารถสรุปได้ดังนี้

(1) โมเดลความสามารถจากอุดมคติหลักของธุรกิจ

จากหนังสือ Built to Last: Successful Habits of Visionary Companies เขียนโดย James Collins และ Jerry Porras (1994) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ วิสัยทัศน์ของบริษัทชั้นนำ 18 แห่ง ซึ่งเป็นบริษัทที่ประสบความสำเร็จและมีอิทธิพลอยู่ตลอดศตวรรษกับบริษัทคู่แข่ง (เช่น บริษัท อเมริกันเอ็กซ์เพรส บริษัท โบอิง บริษัท ซิตีคอร์ป บริษัท ฮิวเลตต์แพคการ์ด บริษัท ฟรีดเคอร์ & แกมเบิล บริษัท 3 เอ็ม ห้างวอลมาร์ท และบริษัท วอลท์ ดิสนีย์ เป็นต้น) พบว่า มีสิ่งที่เป็นอุดมคติหลัก (Core Ideologies) คือ นวัตกรรม คุณภาพ ผลิตภัณฑ์และการบริการลูกค้า การริเริ่มและเติบโตของแต่ละบุคคล ความซื่อสัตย์ การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและเปลี่ยนใหม่ด้วยตนเอง

การค้นพบของ Collins และ Porras ไม่ได้สำรวจข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงลงไปว่าความสามารถที่เฉพาะคืออะไรในการที่บริษัทเหล่านี้ให้รางวัลกับความสำเร็จ แต่มีความสามารถที่กล่าวถึงอยู่เสมอในการให้รางวัลของบริษัทเหล่านี้ คือ

- การมุ่งที่ลูกค้า
- การสื่อสาร
- เน้นทีมงาน
- ความชำนาญด้านเทคนิค
- มุ่งผลลัพธ์
- ภาวะผู้นำ
- ความสามารถในการปรับตัว
- นวัตกรรม

ขณะเดียวกันหากต้องการนำไปใช้ด้านบริหารทรัพยากรบุคคล Patricia K. Zingheim, gerald E. Ledford Jr. และ Jay R. Schuster (1996) สรุปว่า อุดมคติหลักของธุรกิจ (Core Ideologies) ทั้ง 8 ด้านข้างต้นคือ “ความสามารถที่ธุรกิจต้องการในอนาคต”

(2) โมเดลความสามารถของธุรกิจที่มีการประยุกต์ใช้

สำหรับธุรกิจที่มีการพัฒนาในโมเดลความสามารถที่ใช้ทั้งธุรกิจ (The ‘One-Size-Fits-All’ Competency Model) ในทุกขอบเขตภารกิจ คือ

2.1 บริษัท สมิทท์ไคลน์บี แคม ซึ่งกำหนดโมเดลความสามารถไว้ 7 องค์ประกอบด้วยกัน คือ (1) นวัตกรรม (Innovation) (2) การทำงานเป็นทีม (Teamwork) (3) การสื่อสารข้อความ (Communication) (4) การใช้ทรัพยากร (Use of Resources) (5) การตัดสินใจ (Decision Making) (6) ความพึงพอใจของลูกค้า (Customer Satisfaction) และ (7) สมรรถนะด้านเทคนิค วิชาชีพ (Technical Ability) (อ้าง จาก Greene and Keuch, 1997:62-71)

2.2 Edwards และ Ewen (1996) ได้พัฒนาโมเดลความสามารถสำหรับการประเมินผลงานระบบ 360 องศา เรียกว่า “โมเดลความสามารถของภาวะผู้นำ 20/20” (Leadership 20/20 Competency Model) ซึ่งมีความสามารถหลักของธุรกิจคือ (1) การจัดการทรัพยากร (Manages Resources) (2) การทำงานเป็นทีม (Teamwork) (3) ทักษะในธุรกิจและส่วนบุคคล (Business and Individual Skills) (4) ความเป็นมืออาชีพและความรู้ในด้านเทคนิค (Professional and Technical Knowledge) (5) การบริการลูกค้า (Customer Service)

(3) โมเดลความสามารถของธุรกิจในประเทศไทย

ผู้เขียนได้พัฒนา “โมเดลความสามารถของธุรกิจในประเทศไทย” ขึ้นจากกรอบแนวคิด (1) โมเดลความสามารถจากอุดมคติหลักของธุรกิจ และ (2) โมเดลความสามารถของธุรกิจที่มีการประยุกต์ใช้ โดยประกอบด้วยความสามารถหลักของธุรกิจ 7 ด้านด้วยกัน คือ

1. การมุ่งลูกค้า (Focus on Customer)
2. การสื่อสาร (Communication)

3. การทำงานเป็นทีม (Teamwork)
4. ทักษะด้านเทคนิค/วิชาชีพ (Technical Skills)
5. ภาวะผู้นำ (Leadership)
6. ความยืดหยุ่น (Flexibility)
7. นวัตกรรม (Innovation)

หลังจากได้มีการนำเสนอโมเดลความสามารถของธุรกิจของผู้เขียนให้กับบริษัทชั้นนำ และการสัมมนาทางวิชาการ เช่น

- การจัดการเรื่องความสามารถ: หัวใจสำคัญต่อความสำเร็จของธุรกิจ วันที่ 26 มิ.ย. 40 จัดโดย บริษัท K.T. Training & Development จำกัด
- การประเมินผลงานระบบ 360 องศา วันที่ 16 ธ.ค. 40 และ 1 เม.ย. 41 จำนวน 2 ครั้ง จัดโดยบริษัท K.T. Training & Development จำกัด
- เทคโนโลยีใหม่ในการบริหารค่าจ้าง: โครงสร้างค่าจ้างแบบช่วงกว้าง (Broadbanding) วันที่ 4-5 มี.ค. 41 จัดโดยบริษัท K.T. Training & Development จำกัด
- จะสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถได้อย่างไร วันที่ 28 พ.ค. 41 จัดโดย บริษัท K.T. Training & Development จำกัด

ซึ่งทั้งหมดใช้ความสามารถหลักของธุรกิจทั้ง 7 ด้าน เป็นสาระสำคัญในแต่ละเรื่อง

ส่วนที่ 3 โมเดลพัฒนาระบบ 360°

ในส่วนของโมเดลการพัฒนาระบบ 360° จะประกอบด้วยช่วงระยะเวลา 3 ระยะด้วยกันคือ

ระยะที่ 1 ออกแบบโมเดล 360° ในระยะนี้จะมีอยู่ 2 ขั้นตอนย่อยด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วย

1. เลือกผู้ประเมิน ความหมายในที่นี้ก็คือ ผู้ที่จะเป็นทีมพัฒนาในระบบ 360 เป็นใครบ้าง และจะประเมินผลงานระบบ 360° ด้วยโมเดลความสามารถแบบใด สาระสำคัญที่ควรพิจารณาก็คือ ทีมงานที่จะพัฒนาระบบ 360° ต้องเป็นบุคคลที่

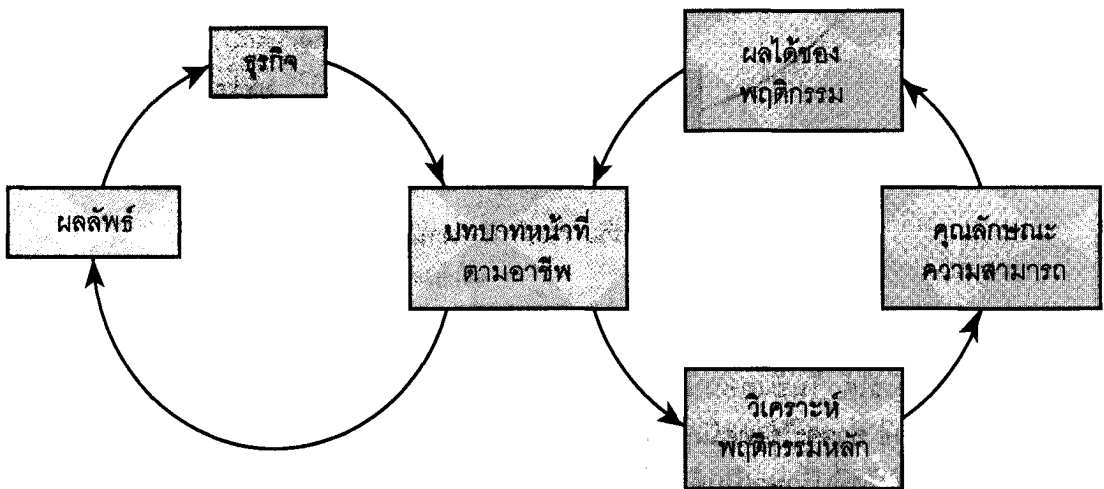
- เป็นตัวแทนของฝ่ายงานต่าง ๆ หรือทุกระดับตำแหน่งที่เป็น “หัวใจสำคัญของงาน” (Key Result Areas) จะเหมาะสมมาก

- มีบุคคลที่มีความสามารถในระบบประเมินผลงานแบบเดิม ทั้งที่เป็นกลุ่มผลงานดีเยี่ยม และผลงานดี
- เป็นบุคคลที่สามารถสื่อสารและใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี

โมเดลความสามารถที่จะเลือกใช้ พิจารณาได้ 3 ลักษณะด้วยกัน อาทิ

(1) ตามแนวทางของสหรัฐอเมริกาที่เน้นในรูปแบบ ‘มิติของพฤติกรรม’ โดยพิจารณาความสามารถในเชิงพฤติกรรมคือ เราเข้าไปวิเคราะห์สิ่งที่เป็นพฤติกรรมหลักของตำแหน่ง หน้าที่ที่เขารับผิดชอบโดยอาศัยเทคนิคที่เรียกว่า Behavioral Event Interviews หรือ BEIs พอวิเคราะห์พฤติกรรมหลักได้ก็จะได้สิ่งที่เราเรียกว่าคุณลักษณะของความสามารถของหน้าที่งานหรือบทบาทหน้าที่ที่เป็นผลได้ของพฤติกรรม สิ่งนั้นก็คือ ‘ความสามารถ’ ในมิติของพฤติกรรมดังแผนภาพที่ 4

ความสามารถ : มิติของพฤติกรรม

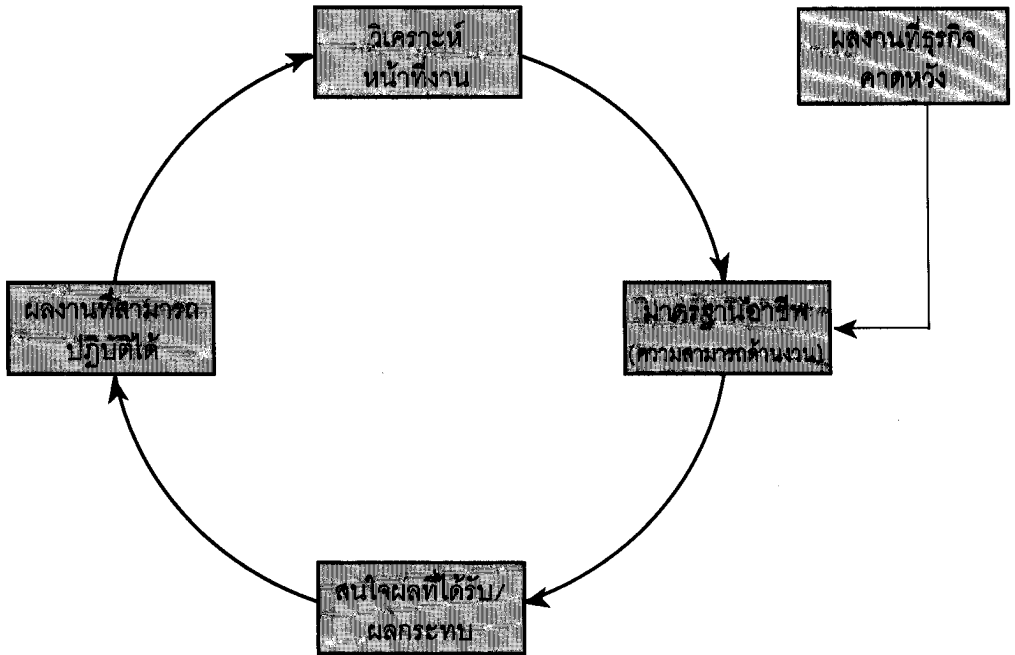


แผนภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมด้วยเทคนิค BEIs

(2) ลักษณะที่ 2 ของโมเดลความสามารถตามแบบอังกฤษเป็นแนวคิดในความสามารถลักษณะ ‘มิติของงาน’ งานในที่นี้ก็หมายถึง ความสามารถในด้านการทำงานซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์หน้าที่งานด้วยเทคนิค FA (Functional Analysis) ดังแผนภาพที่ 5

(3) ส่วนลักษณะสุดท้ายเป็นการผสมผสานทั้งโมเดลแบบที่ 1 และแบบที่ 2 โดยในลักษณะระดับธุรกิจ หรือฝ่ายงาน หรือหน่วยกลยุทธ์ธุรกิจใช้โมเดลแบบที่ 1 ส่วนในระดับ First Line Manager ใช้โมเดลแบบที่ 2 ซึ่งน่าจะเป็นรูปแบบโมเดลที่สอดคล้องกับธุรกิจของไทยในยุคการเปลี่ยนแปลงตามกระแสโลกาภิวัตน์

ความสามารถ : มิติของงาน



แผนภาพที่ 5 ผลการวิเคราะห์หน้าทำงานด้วยเทคนิค FA

2. พัฒนาวิธีการสำรวจหาความสามารถ จากขั้นที่ 1 สามารถที่จะกำหนดโมเดลความสามารถที่จะเลือกใช้ได้ ในขั้นตอนนี้ก็คือ การพัฒนา/วิธีการที่จะได้มาซึ่งความสามารถ โดยสรุปแล้วก็มีหลาย ๆ วิธี อาจจะใช้เทคนิค BEIs, เทคนิค Functional Analysis, Expert Panel, Focus Group, ชื่อจากบริษัทที่ปรึกษาเป็นต้น หรืออาจจะใช้โมเดลความสามารถของธุรกิจในส่วนที่ 2 ก็ได้

ผู้เขียนได้นำรายการองค์ประกอบของความสามารถหลัก (Element of Competencies) จาก Edwards & Ewen (1996:215-228) มาใช้ในโมเดลความสามารถของธุรกิจทั้ง 7 องค์ประกอบที่ผู้เขียนพัฒนาขึ้น ซึ่งสรุปเป็นตัวอย่างได้ดังนี้

ตัวอย่าง ความสามารถที่จะใช้ในการประเมินสำหรับระบบ 360 องศา

1. การมุ่งลูกค้า (Focus on Customer : C)

C1 การนำไปใช้

สามารถประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาให้กับลูกค้า

C2 การสื่อสารกับลูกค้า

ฟังและสื่อสารกับลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพ

C3 ความรู้เกี่ยวกับบริษัท

รู้เกี่ยวกับบริษัทและผลิตภัณฑ์/ ลูกค้าของบริษัทฯ

C4 เข้าใจถึงความต้องการของลูกค้า

เข้าใจถึงความต้องการและความคาดหวังของลูกค้า

2. การสื่อสาร (Communication : CO)

CO1 การฟัง

ตั้งใจฟังในสิ่งที่คนอื่น ๆ กำลังพูดอยู่กับเรา

CO2 การพูดอย่างชัดเจน

พูดด้วยเสียงที่ตั้งชัดเจน

CO3 ความสามารถในการเข้าใจ

ใช้คำและความหมายที่คนอื่นสามารถเข้าใจได้

CO4 การนำเสนอในที่ชุมชน

การนำเสนออย่างมีประสิทธิภาพกับกลุ่ม/ ทีมงาน

3. การทำงานเป็นทีม (Teamwork : T)

T1 คุณภาพและความรับผิดชอบ

กลุ่มสร้างงานที่มีคุณภาพสูงและมีความรับผิดชอบในผลงานและสิ่งที่ได้ดำเนินการไปแล้ว

T2 การตัดสินใจแบบมีส่วนร่วม

ใช้การตัดสินใจร่วมกับการวัดผล ใช้ทรัพยากรทั้งหมดและปัจจัยนำเข้าของกลุ่มอย่างคุ้มค่า

T3 พัฒนาศมาชิก

แสดงถึงการมีส่วนร่วมในกลุ่มเพื่อปรับปรุงผลงานของแต่ละบุคคล

4. ภาวะผู้นำ (Leadership : L)

L1 วิสัยทัศน์

เห็นภาพอนาคต รู้ว่างานและฝ่ายงานมีผลอย่างไรต่อองค์กร ไม่มองสิ่งต่าง ๆ จากมุมมองของท้องถิ่น (มองในระดับโลก)

L2 ปฏิบัติการ

ดำเนินความพยายามเพื่อจัดสรร หรือเคลื่อนย้ายอุปสรรคที่ทำให้เกิดการลดประสิทธิภาพ

L3 จัดการตนเอง

เล็งเห็นถึงการเป็นผู้ริเริ่มการทำงานในอีกมุมมองหนึ่งก็คือเห็นโอกาสที่จะดำเนินงาน

5. ทักษะด้านเทคนิค (Technical Skills : TS)

TS1 ความแคล่วคล่องด้านเทคนิค

ทันสมัยอยู่เสมอในเทคนิควิชาชีพและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นด้านเทคนิคภายในองค์กร

TS2 คุณภาพของงาน

เข้าถึงความท้าทายและเอาชนะความลำบาก พร้อมการรักษามาตรฐานคุณภาพที่สูง

TS3 ความรับผิดชอบ ในฐานะมืออาชีพ

มีความเป็นมืออาชีพ ลูกค้าและงานที่ทำร่วมกับผู้อื่นสามารถเชื่อมั่นในผลงานได้

6. ความยืดหยุ่น (Flexibility : F)

F1 กล้าท้าทายต่อกระบวนการทำงาน

ยอมรับความคิดที่ดี สนับสนุนและท้าทายต่อระบบงานเพื่อให้เกิดการปรับใช้แนวคิดใหม่

F2 ตระหนักรู้เกี่ยวกับองค์กร

ขอบเขตอะไรที่ควรจะทำอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะได้ตระหนักว่าสิ่งที่เกิดขึ้นอาจมีผลกระทบต่องานของท่าน

F3 เปลี่ยนแปลงทุก ๆ อย่าง

ขอบเขตอะไรที่ควรทำเพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนไปสู่การทำให้ดีกว่าเดิม

7. นวัตกรรม (Innovation : I)

I1 ความคิดสร้างสรรค์

แสดงความเต็มใจที่จะริเริ่มแนวคิดใหม่และการแก้ไขปัญหา เสริมแรงต่อความคิดอื่น ๆ มุ่งมั่นต่อวิธีการทำให้สิ่งต่าง ๆ ดีขึ้น

I2 ดำเนินงานอย่างอิสระ

ขอบเขตอะไรที่ควรทำให้ทุกคนในระดับเดียวกับท่านรู้สึกเป็นอิสระในการดำเนินงาน แต่มีความจำเป็นที่จะต้องแสดงให้เห็นถึงความรับผิดชอบด้วย

ระยะที่ 2 นำโมเดล 360 ไปปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ ที่ต่อจากระยะที่ 1

3. เลือกทีมการประเมิน คือ จะกำหนดให้ใครเป็นผู้ประเมิน ซึ่งมีคำแนะนำว่าควรอยู่ที่ระหว่าง 5-6 คน เช่น หัวหน้างาน เพื่อนร่วมงาน ผู้ที่รายงานขึ้นตรง ลูกค้าภายในหรือคนอื่นที่อยู่ ในตำแหน่งที่จะให้ข้อมูลย้อนกลับได้

4. จัดโปรแกรมอบรมวิธีการประเมินคนอื่น แนวคิดของโปรแกรมอบรมก็คือ “จะมีวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับกับคนอื่นได้อย่างไร” เพื่อทำความเข้าใจในระบบ 360° ความจำเป็น-วิธีการ-การให้ข้อมูลย้อนกลับ-พนักงานจะต้องทำอะไร-การป้องกันข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นได้อย่างไร-จะมีความยุติธรรมให้เชื่อมั่นได้แค่ไหน

5. กำหนดวิธีการประเมิน ในระบบ 360° หัวใจสำคัญที่ “ยุติธรรม-รวดเร็ว-ง่าย” ดังนั้นคู่มือในการประเมินผลระบบ 360° จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้ข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับ มีความถูกต้องและแม่นยำตรง

ผู้เขียนเห็นว่าหากมีเครื่องมือวัดความสามารถในหลาย ๆ เครื่องมือ เช่น แบบทดสอบวัดความสามารถ โดยก่อนที่จะทำการประเมินผลระบบ 360° ควรจะใช้องค์ประกอบหลัก/ ความสามารถหลักของธุรกิจทั้ง 7 ด้าน สร้างเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถไว้เป็น “ฐานข้อมูล” คือ เป็น “ตัวเทียบวัด” (Benchmark) และเมื่อมีการประเมินผลงานระบบ 360° จะได้ดูความสอดคล้อง (Concurrent Validity) ในความสามารถของพนักงาน หรือผู้บริหารคนนั้น ๆ ได้มั่นใจยิ่งขึ้น

6. รายงานคะแนนและผลลัพธ์ เป็นสิ่งที่องค์กรจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับคะแนนและการรายงานผล ซึ่งถ้ามีการสอบวัดความสามารถเป็น ‘ตัวเทียบวัด’ ไว้ก่อนการรายงานคะแนนเปรียบเทียบของกลุ่มผู้ประเมินระบบ 360° ก็จะทำให้สามารถเปรียบเทียบคะแนนของเปอร์เซ็นต์ไทล์ใน 2 ลักษณะ คือ (1) เปอร์เซ็นต์ไทล์จากการสอบวัดความสามารถที่เป็นฐานข้อมูล (2) เปอร์เซ็นต์ไทล์จากผู้ประเมินคนอื่น

7. วัดโปรแกรมอบรมวิธีการได้รับผลการประเมิน การฝึกอบรมในส่วนนี้คือ มุ่งให้ใช้รายงานเพื่อให้แน่ใจว่า พนักงานรู้ว่าจะแปลสารสนเทศที่ได้รับอย่างไร ผู้เข้าอบรมต้องการรู้ว่า จะยอมรับพฤติกรรมที่เป็นข้อมูลย้อนกลับอย่างไร จะมีวิธีการใช้ข้อมูลย้อนกลับในพฤติกรรมอย่างไร สร้างสรรค์ได้อย่างไร

การฝึกอบรมควรครอบคลุม

- จะรับข้อมูลย้อนกลับอย่างสร้างสรรค์ได้อย่างไร
- จะประยุกต์โมเดลสำหรับปรับปรุงผลงานได้อย่างไร

- อะไรคือ สิ่งที่บรรจุในรายงาน
- จะแปลผลอย่างไร
- จะสร้างและเริ่มต้นแผนปฏิบัติการส่วนบุคคลได้อย่างไร
- จะประเมินการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและปรับปรุงได้อย่างไร

8. จัดทำแผนปฏิบัติ เป็นการสรุปรวมจุดแข็งจุดอ่อนและระบุขอบเขตที่ชัดเจนในชาร์ต เพื่อนำไปใช้ในแผนปฏิบัติ ดังตัวอย่าง

จุดแข็ง	1	จุดแข็งที่สำคัญ	เกณฑ์วัดความสำเร็จ
	การทำงานเป็นทีม ภาวะผู้นำ (1) วิสัยทัศน์		
จุดอ่อน	2	เป้าหมายการพัฒนา	เกณฑ์วัดความสำเร็จ
	ภาวะผู้นำ (2) การสร้างรูปแบบความคิด		
ขอบเขตที่ต้องทำ ความชัดเจน	3	ความชัดเจนที่ต้องระบุ	เกณฑ์วัดความสำเร็จ
	การสร้างรูปแบบความคิด		

ระยะที่ 3 การประเมินโมเดล 360° มี 2 ขั้นตอนดังนี้

9. วิเคราะห์ระบบความปลอดภัย เพื่อให้การประเมินผลงานระบบ 360° มีประสิทธิภาพมากที่สุด จึงมีความจำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์ระบบป้องกัน อันจะทำให้ระบบ 360° ตอบคำถามด้านอคติการให้คำแนะนำ การขาดข้อมูลบางส่วนให้กับผู้ใช้ระบบ 360°

การวิเคราะห์ระบบความปลอดภัย เช่น

- การวิเคราะห์ความเชื่อถือได้ของข้อคำถาม (Item Reliability)
- สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถาม (Intercorrelation Among Items)
- การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)
- การกระจายของคะแนน (Score Distribution)
- การเปรียบเทียบความเข้มงวดของทีมการประเมิน (Evaluation Team Rigor)

10. จัดทำคู่มือประเมินผลงาน วิธีการพื้นฐานที่สำคัญเพื่อที่จะรู้ว่ากระบวนการของระบบ 360° มีประสิทธิภาพหรือไม่ได้จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ 360° หลังจากนั้นค่อยปรับปรุงเป็นคู่มือประเมินผลงานระบบ 360° ซึ่งจะได้มาจากคำชี้แจงในเรื่องระบบการประเมินผลงานแบบ 360° เนื้อหาจากการอบรมและผลสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ 360°

บทสรุป

การประเมินผลงานระบบ 360° ที่ได้นำเสนอเป็นลำดับมาตั้งแต่ต้นเป็นการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบของธุรกิจที่มุ่งสู่ “ความสามารถหลักของธุรกิจ”(Core Competencies) สำหรับระบบ 360° นั้นเป็นส่วนของการให้ข้อมูลย้อนกลับว่า พนักงานหรือผู้บริหารของธุรกิจนั้น ๆ มีการพัฒนาความสามารถส่วนบุคคลไปสู่ความสามารถหลักของธุรกิจได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งในกระบวนการบริหารทรัพยากรบุคคล (Human Resources Management) สามารถนำเอาระบบ 360° ไปใช้ประเมินเพื่อคัดพนักงานเข้าสู่ระบบ ใช้ในการฝึกอบรมและพัฒนา ใช้ในระบบจูงใจเพื่อให้รางวัลผลงานความสามารถ

อย่างไรก็ตามผู้เขียนได้มีความเห็นไว้เป็นเบื้องต้นแล้วว่า การประเมินผลงานระบบ 360° ถ้าจะให้สมบูรณ์จำเป็นที่จะต้อง มีการสอบวัดความสามารถ (Competency Based Testing) ไว้เป็นฐานข้อมูล (Database) ซึ่งจะใช้เป็น ‘ตัวเทียบวัด’ (Benchmark) อันจะทำให้การประยุกต์ใช้ระบบ 360° มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น

ดังนั้นจึงขอเสนอภาพการบูรณาการกระบวนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ด้านบริหารทรัพยากรบุคคล ซึ่งเป็น “อนาคตของการประเมินผลระบบ 360° ” ไว้ตามแผนภาพที่ 6

แผนภาพที่ 6 การบูรณาการกระบวนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ด้านบริหารทรัพยากรบุคคล



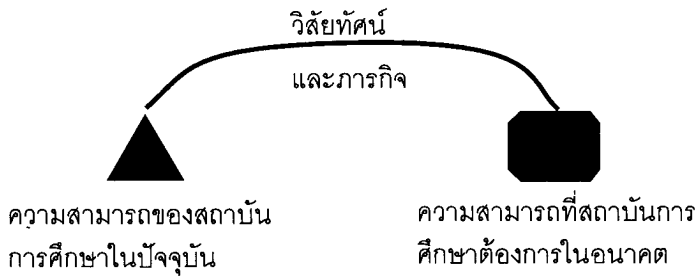
¹ โครงสร้างค่าจ้างแบบช่วงกว้าง (Broadbanding) เป็นวิธีการใหม่ที่ประเมินค่างานตามความสามารถแล้วนำโมเดลความสามารถที่กำหนดไว้กับค่างานที่ได้รับไปกำหนดอัตราค่าจ้างของแต่ละกลุ่มตำแหน่งงานตามระดับความสามารถ

² KPIs หมายถึง Key Performance Indicators ซึ่งเป็นการวัดผลสำเร็จของธุรกิจจากภารกิจ (Mission) ของแต่ละฝ่ายงาน เช่น ด้านการเงิน ด้านลูกค้า ด้านกระบวนการภายในกับการเรียนรู้ และการเติบโต

(ดัดแปลงจาก Edwards & Ewen, 1996)

ส่วนการนำประยุกต์ใช้ในบริบทของการศึกษา เช่น ในมหาวิทยาลัย หรือในส่วนของสถาบันการศึกษา แนวคิดการประเมินผลงานระบบ 360 องศา สามารถนำไปปรับใช้โดยพิจารณาตามแผนภาพที่ 7

แผนภาพที่ 7 การประยุกต์ใช้ระบบ 360 องศาในบริบทของการศึกษา

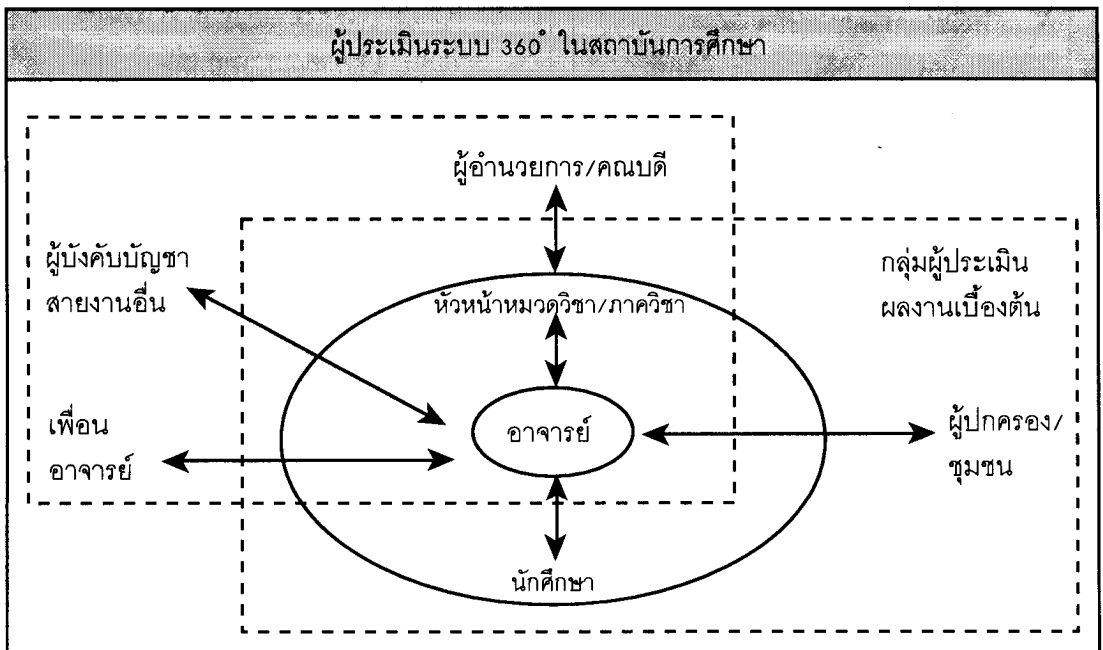
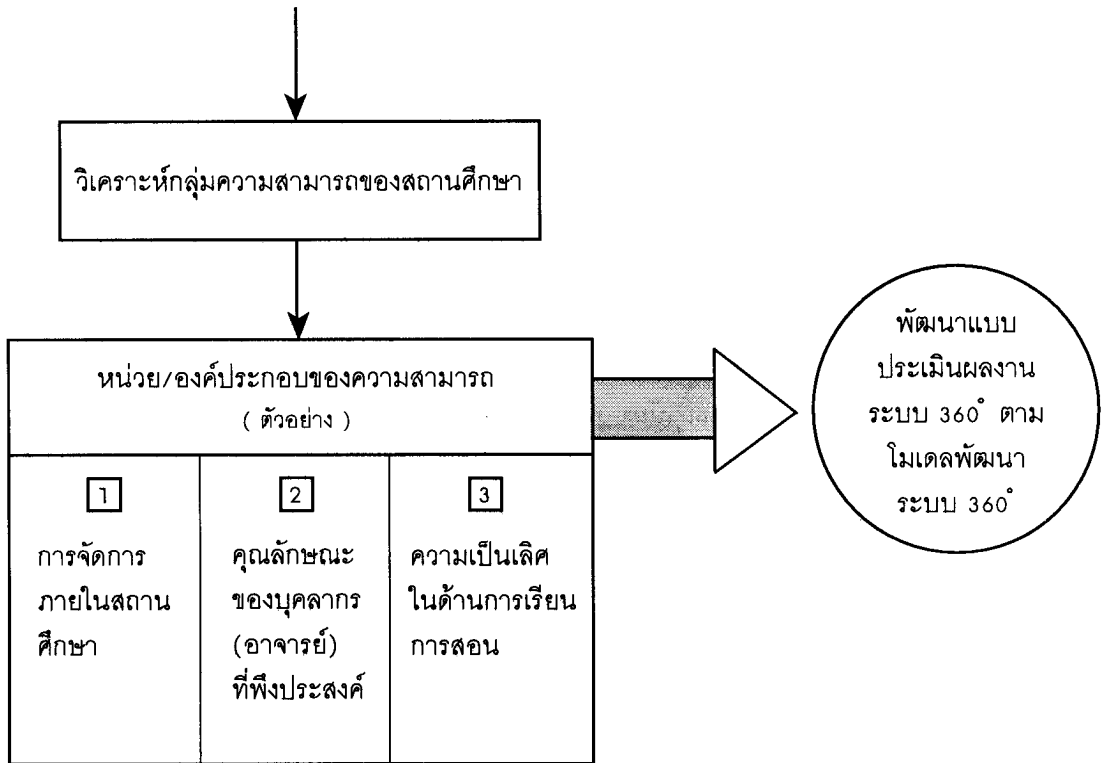


สร้างโมเดลความสามารถของสถาบันการศึกษา

ภารกิจ	ดัชนีวัดผลสำเร็จ (KPIs) (ตัวอย่าง)
<p>งานหลักที่สำคัญด้านการเรียนการสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาการจัดการธุรกิจ 2. พัฒนาพอร์ตโฟลิโอ ในวิชาที่สอน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายต่อหัวของสถานศึกษา 2. ความมีชื่อเสียงทางด้านวิชาการในระดับ ภูมิภาค/ประเทศ เช่น จำนวนผลงานวิจัย 3. เปอร์เซ็นต์สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักศึกษาในแต่ละภาคการศึกษา 4. จำนวนระบบงานที่ผ่านการประกันคุณภาพ
<p>งานหลักที่สำคัญด้านต่าง ๆ</p>	



แผนภาพที่ 7 (ต่อ)



เอกสารอ้างอิง

- ดนัย เทียนพุด (2539). *การบริหารทรัพยากรบุคคลในทศวรรษหน้า* กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดนัย เทียนพุด (2540). *วิสัยทัศน์เชิงกลยุทธ์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ บুদ্ধแบงก์.
- ดนัย เทียนพุด (2541). “PERFORMANCE REVIEW: 360-DEGREE SYSTEM” เอกสารประกอบการสัมมนาหลักสูตรประเมินผลงานระบบ 360 องศา บริษัท ดี เอ็น ที คอนซัลแตนท์ จำกัด (อัดสำเนา).
- Abdulah, A. & Shephard, P.(1996). Multiple Rating and 360 Degree Feedback at the Malaysian Workplace : An Alternative. *Personnel MIPM*, March-April, 1-7.
- Armstrong, M.(1994). *Performance Management*. London : Kogan Page.
- Edwards, M. & Ewen, A. (1996). *Providing 360-DEGREE FEEDBACK*, Scottsdale Arizona : ACA.
- Edwards, M. & Ewen, A. (1996). *360 FEEDBACK*. New York : AMACOM.
- Greene, J. A. & Keuch, R.W. (1997). Contribution-Driven Competency-Based Pay. *ACA Journal*, Autumn, 62-71.
- Harmel, G. & Prahalad, C.K. (1994). *Compating for the Future*. Massachusetts : Harvard Business School Press.
- Lepsinger, R. & Lucia, A. (1997). *The Art and Science of 360 Feedback*. California: Jossey-Bass Inc.
- SHRM Information Center (1996).*Performance Appraisals:“A Collection of Samples”*, VA : SHRM
- Zingheim, P.K., Ledford, G.E., & Schuster, J.R.(1996). Competencies and Competency Models: Does One Size Fit All?. *ACA Journal*, Spring, 56-65.

A Comparison of Efficiency among Three Lisrel Models Used in Studying the Variable Correlated with Longitudinal Change in Mathematics Achievement

Prasit Chaiyakan

ABSTRACT

The purpose of this research was to compare the efficiencies among three LISREL models used to study the correlate of longitudinal change in mathematics achievement. These models were the LISREL measurement model of change based on the basic longitudinal factor analysis, the two LISREL measurement models of change using longitudinal factor analysis with single indicator and several indicators. The sample consisted of 606 Prathom Suksa 6 students in Bangkok Metropolis. The research instruments were mathematics achievement test, attitude scale towards mathematics and mathematics aptitude test. Longitudinal data were collected by measuring mathematics achievement and attitude towards mathematics for three time points and measuring aptitude for one time point.

The major findings were as follows: the LISREL measurement model of change using longitudinal factor analysis with several indicators was the most efficient among the three LISREL models because the test results of stationarity of correlation coefficients between the correlates and the longitudinal change were not significant and the error of the model was the lowest; followed by the LISREL measurement model of change based on the basic longitudinal factor analysis and the LISREL measurement model of change using longitudinal factor analysis with single indicator respectively. For measurement of longitudinal change, the measurement model of change using longitudinal factor analysis with several indicators was the most efficient because this model gave the estimates of the parameters that accounted for overall change over times and the model error was the lowest; followed by the measurement model of change using longitudinal factor analysis with single indicator and the measurement model of change based on the longitudinal factor analysis with several indicators respectively.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างโมเดลลิสรел 3 แบบที่ใช้ ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ประสิทธิ์ ไชยกาล

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสรел 3 แบบที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ โมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว โมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว และโมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 606 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ การดำเนินการเก็บข้อมูลเป็นลักษณะการเก็บข้อมูลระยะยาว โดยดำเนินการวัดตัวแปรด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ 3 ครั้ง และวัดตัวแปรด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ 1 ครั้ง

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า โมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว มีประสิทธิภาพสูงที่สุดเพราะโมเดลมีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด และสามารถให้ผลการทดสอบที่สามารถบ่งชี้ได้ว่า ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงมีความไม่แปรเปลี่ยน รองลงไปคือ โมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว และโมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว ตามลำดับ สำหรับโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว พบว่า โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัวมีประสิทธิภาพสูงที่สุด เพราะโมเดลสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาได้และโมเดลมีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดด้วย รองลงไปคือโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว และโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวตามลำดับ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวัดการเปลี่ยนแปลง (measurement of change) เป็นเรื่องที่นักวิจัย นักวัดผล นักสถิติให้ความสนใจอย่างต่อเนื่องมานานกว่า 70 ปี (Thorndike, 1924; Thomson, 1924 อ้างถึงใน อรุณี อ่อนสวัสดิ์, 2534) ในปัจจุบันวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงในแนวใหม่ (modern methods of measurement of change) ได้นำโมเดลการวัด (measurement model) ในรูปสมการโครงสร้างเชิงเส้น (linear structural equation model) มาใช้ในศึกษาการวัดการเปลี่ยนแปลง (Raykov, 1993, 1994; Browne & DuToit, 1991; Muthen, 1991; Meredith, 1991; Meredith & Tisak, 1990; McArdle & Aber, 1990; McArdle & Anderson, 1990; Tisak & Meredith, 1989; McArdle & Epstein, 1987; Stoolmiller, Duncan, Bank, & Patterson, 1993) ทั้งนี้เพราะคุณสมบัติพิเศษของโมเดลการวัดในรูปสมการโครงสร้างเชิงเส้น ที่ทำให้เป็นวิธีการที่น่าสนใจในการนำไปประยุกต์ใช้กับการวัดการเปลี่ยนแปลงอย่างน้อย 3 ประการ ประการแรกได้แก่ ความสามารถในการนำความคลาดเคลื่อนในการวัด (measurement error) มาร่วมวิเคราะห์ได้ด้วย ถ้าตัวแปรในงานวิจัยใดๆ ถูกวัดมาโดยไม่คำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในการวัดแล้วจะมีผลทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น (Rogosa & Willett, 1985; Raykov, 1994) ประการที่สอง โมเดลการวัดในรูปสมการโครงสร้างเชิงเส้นสามารถทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมดโดยยอมให้ความคลาดเคลื่อนในการวัด เป็นอิสระต่อกันหรือมีความสัมพันธ์ต่อกันได้ (Alwin & Jackson, 1980; Sorbon, 1976 อ้างถึงใน Pike, 1991; Bollen, 1989; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538) และประการสุดท้ายได้แก่ โมเดลการวัดในรูปสมการโครงสร้างเชิงเส้นสามารถทดสอบโครงสร้างขององค์ประกอบเดียวกันที่ถูกวัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกันได้ (Muthen, 1989) ด้วยศักยภาพของการวิเคราะห์ด้วยโมเดลการวัดในรูปสมการโครงสร้างเชิงเส้นเหล่านี้เองที่ทำให้นักสถิติ นักวิจัย และนักประเมินผลนำวิธีการวิเคราะห์ด้วยโมเดลการวัด ในรูปสมการโครงสร้างเชิงเส้น มาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง

แนวคิดในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง ต่างก็มีจุดมุ่งหมายเดียวกันคือ การวิเคราะห์แบบ-แผน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในข้อมูล (pattern of change in data) ที่เก็บรวบรวมมา (McArdle & Aber, 1990) แบบแผนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้เองที่จะเป็นสื่อสะท้อนให้เห็นถึงความแปรเปลี่ยน (dynamics) ที่เกิดขึ้นซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งในเชิงพัฒนาการ (growth) หรือความเสื่อมถอย (decline) นอกจากนี้โมเดลการวัดในรูปสมการโครงสร้างเชิงเส้น แต่ละโมเดลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง จะสะท้อนให้เห็นถึงแนวคิดของการวัดการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันออกไป แต่วิธีการเหล่านี้ต่างก็เป็นการศึกษาแบบแผนของการเปลี่ยนแปลง หรือกระบวนการของพัฒนาการ (developmental process) ที่เกิดขึ้นด้วยข้อมูลระยะยาว (longitudinal data) ทั้งสิ้น แนวคิดหนึ่งที่ได้นำวิธีการวิเคราะห์ด้วยโมเดลการวัดในรูปสมการโครงสร้างเชิงเส้นมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงก็คือ

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาว (longitudinal analysis of change) โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (longitudinal factor analysis) วิธีการนี้สามารถอธิบายกระบวนการพัฒนาการได้เป็นอย่างดี (Tisak & Meredith, 1990) การวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวมีจุดเด่นที่สำคัญสามประการ ประการแรกคือ วิธีการดังกล่าวนี้สามารถอธิบายแบบแผนของการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบที่ทำการวัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกันด้วยตัวบ่งชี้ขององค์ประกอบนั้น ๆ หลาย ๆ ตัว การวัดองค์ประกอบใด ๆ ด้วยตัวบ่งชี้หลาย ๆ ตัว จะมีผลทำให้ความเที่ยงในการวัดองค์ประกอบนั้น ๆ มีค่าสูงกว่าการวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้เพียงตัวเดียว (Bollen, 1989; Joreskog & Sorbom, 1989 ; Tisak & Meredith, 1993 ; Raykov, 1994) จุดเด่นประการที่สองคือผลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวจะได้ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ (factor loading) ของตัวแปรสังเกตได้ที่วัดในแต่ละช่วงเวลา น้ำหนักขององค์ประกอบนี้จะเป็นค่าพารามิเตอร์ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนดิบของตัวแปรสังเกตได้ที่วัดในแต่ละช่วงเวลา (Y_t) กับองค์ประกอบร่วม (common factor) และน้ำหนักขององค์ประกอบดังกล่าวจะเป็นตัวบอกการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาที่วัดได้ จุดเด่นประการที่สามคือการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวยังสามารถตรวจสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนขององค์ประกอบตลอดช่วงเวลา (factor invariance over time) ได้ด้วย การทดสอบสมมติฐานดังกล่าวเป็นการตรวจสอบว่า น้ำหนักขององค์ประกอบที่วัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกันมีความเท่าเทียมกันหรือไม่และผลการทดสอบสมมติฐานดังกล่าวจะเป็นการยืนยันได้เป็นอย่างดีว่า องค์ประกอบที่วัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกันเป็นองค์ประกอบเดียวกันหรือไม่ (McArdle & Aber, 1990) จึงเห็นได้ว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวสามารถให้คำอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบว่า องค์ประกอบเดิมที่วัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกันมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

จากลักษณะเด่นของโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวดังกล่าว จึงได้มีนักวิจัยหลาย ๆ คนนำวิธีการดังกล่าวนี้ ไปใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการวัดการเปลี่ยนแปลง ดังเช่น Raykov (1994) ได้นำแนวคิดการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว มาใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง ขององค์ประกอบในระยะยาว ซึ่ง Raykov (1994) ได้เสนอโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง (measurement change model) 2 แบบ คือ **โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (longitudinal factor analysis with single indicator)** และ **โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (longitudinal factor analysis with several indicators)** โมเดลทั้งสองเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว จึงใช้ข้อมูลที่ทำกรวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อศึกษาแบบแผนการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในระยะยาว ทั้งนี้ก็เพื่อจะได้นำสารสนเทศที่มีสาระประโยชน์ จากการวัดข้อมูลในระยะยาวมาใช้ในการศึกษา

แบบแผนการเปลี่ยนแปลง (pattern of change) หรือกระบวนการของพัฒนาการ (developmental process) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากการเสนอโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงแล้ว Raykov (1994) ยังได้นำเสนอโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงด้วย โดยเสนอในรูปแบบของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (linear structural relation model) หรือโมเดลลิสเรล (LISREL model) โมเดลดังกล่าวจะให้ผลการวิเคราะห์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลง ขององค์ประกอบที่เกิดขึ้นกับตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสเรล ที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว โมเดลลิสเรลแต่ละแบบ ประกอบด้วยโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง และโมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลง กับตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง โมเดลลิสเรลทั้ง 3 แบบได้แก่ โมเดลที่ 1 คือ โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (baseline longitudinal factor analysis model) ตามแนวคิดที่เสนอโดย Tisak และ Meredith (1990) โมเดลที่ 2 คือ โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (longitudinal factor analysis with single indicator) โมเดลที่ 3 คือ โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (longitudinal factor analysis with several indicators) ผู้วิจัยจะนำโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสามแบบมาใช้เพื่อศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงโดยอยู่ในรูปโมเดลลิสเรล 3 แบบดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อตอบคำถามการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง และตอบคำถามวิจัยที่ว่าปัจจัยใดที่มีความสามารถทำนายการเปลี่ยนแปลง (predictor of change) ค่าพารามิเตอร์ที่สนใจศึกษาได้แก่ค่าพารามิเตอร์ที่บอกความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่วัดในช่วงเวลาต่างกันและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างปัจจัยอื่น ๆ กับคะแนนองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลง (factor change score)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสเรล ที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง 3 โมเดลซึ่งประกอบไปด้วย โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว และโมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสเรลตามเกณฑ์ต่อไปนี้คือ

1. ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง กับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรล
2. ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลลิสเรลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรล
3. ดัชนีความคงที่ของคะแนนองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงตามโมเดลการวัด 3 แบบ
4. ดัชนีความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนองค์ประกอบตามโมเดลการวัด 3 แบบ
5. ดัชนีความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงกับตัวแปรอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงตามโมเดลลิสเรล 3 แบบ

ขอบเขตการวิจัย

1. โมเดลลิสเรล ที่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่สัมพันธ์ กับองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงในครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตในการศึกษาองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับคะแนนองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงเพียงองค์ประกอบเดียว และทำการวัดองค์ประกอบนี้เพียงครั้งเดียวด้วยตัวแปรหลายตัวโดยที่การวัดตัวแปรเหล่านี้ ทำการวัดภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรคอนเจนเนอริก (congeneric variables) เหตุผลที่กำหนดขอบเขตไว้ดังกล่าว เพื่อการควบคุมอิทธิพลแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลเพราะโมเดลที่มีตัวแปรแฝง ที่มีความสัมพันธ์กันหลาย ๆ ตัว จะมีค่าดัชนีบ่งชี้ความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์แตกต่างจากโมเดลที่มีตัวแปรแฝงเพียงตัวเดียว
- 2 ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) ซึ่งได้แก่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องมาจากในหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) ได้กำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาพื้นฐานสำหรับการเรียนวิชาอื่น ๆ ในชั้นสูง ๆ ต่อไป

ข้อจำกัดของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวคิด ในการวัดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบระยะยาว (longitudinal study) โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตัวแปรที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโดยการวัดซ้ำสามครั้งตามแนวคิดของ Raykov (1994) ที่ได้เสนอไว้ว่าในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการ (growth) ขององค์ประกอบควรดำเนินการวัดตัวแปรดังกล่าวอย่างน้อยสามครั้ง เพื่อสามารถแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการขององค์ประกอบได้ชัดเจนขึ้น แต่ในการศึกษาวิจัยจริงมี

ข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาในการเก็บข้อมูลซึ่งสามารถกำหนดระยะห่างของการวัดตัวแปรที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงได้เพียง 1 เดือนเท่านั้นซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นระยะเวลาที่สั้นเกินไปที่จะแสดงให้เห็นได้ว่าองค์ประกอบมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเพื่อพิสูจน์และตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบ รวมไปถึงโมเดลที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวเพื่อการพิสูจน์โมเดลที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการมุ่งอธิบายการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้เป็นประโยชน์ทั้งในเชิงปฏิบัติและในเชิงวิชาการ ประโยชน์ในเชิงปฏิบัติคือ จะเป็นแนวทางในการเลือกโมเดลเพื่อใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการของพัฒนาการ และใช้ในการศึกษาถึงตัวแปรที่สัมพันธ์ และเป็นตัวทำนายการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบที่สนใจศึกษาได้อย่างเหมาะสม ประโยชน์ในเชิงวิชาการในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่การนำวิธีวิทยาการวิจัย (research methodology) แนวใหม่ซึ่งเป็นครั้งแรกที่ได้นำมาใช้กับงานวิจัยในประเทศไทยคือ วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (Longitudinal Factor Analysis) และโมเดลโค้งแห่งพัฒนาการ (Latent Growth Curve Model) ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาแบบแผนของการเปลี่ยนแปลง (pattern of change) กระบวนการของพัฒนาการ (development process) รวมถึงสามารถศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้วิธีการดังกล่าวยังสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของแบบแผนการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่ม ทั้งในกรณีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มในการวิจัยเชิงบรรยาย และในการวิจัยเชิงทดลองได้อีกด้วย (Meredith, 1991; Rakov, 1994) ผลจากการวิจัยในครั้งนี้จึงเสมือนการเปิดโลกทัศน์ของวิธีวิทยาการวิจัยอีกแนวทางหนึ่ง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางด้านวิธีวิทยาการวิจัยต่อไป

รายงานเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทความฉบับนี้ ผู้วิจัยขอเสนอผลการศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพียง 3 ตอนได้แก่ ตอนแรกคือแนวคิดในการวัดการเปลี่ยนแปลงแนวใหม่ ตอนที่สองเป็นแนวคิดเกี่ยวกับโมเดลความสัมพันธ์ ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบกับตัวแปร ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงและตอนที่สามเป็นเรื่องของดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพของโมเดล ที่ใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงส่วนเนื้อหาในตอนอื่น ๆ ผู้ที่สนใจสามารถศึกษาได้จากวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

ตอนที่ 1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับการวัดการเปลี่ยนแปลงแนวใหม่

การวัดการเปลี่ยนแปลงแนวใหม่ได้นำโมเดลการวัดในรูปสมการโครงสร้างมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง หรือการศึกษาถึงกระบวนการพัฒนาโดยใช้ข้อมูลที่มีการวัดหลายๆ ครั้ง การวัดการเปลี่ยนแปลงแนวใหม่นี้ มีหลายแนวความคิดด้วยกัน แนวคิดที่สำคัญได้แก่ โมเดลออโตรีเกรสซีฟ (autoregressive model) โมเดลดิฟเฟอเรนซ์คอมโพเนนท์ (difference component model) โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (longitudinal factor analysis model) และโมเดลโค้งพัฒนาการ (growth curve model) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะเสนอรายละเอียดเฉพาะ โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (longitudinal factor analysis model) และโมเดลโค้งพัฒนาการ (growth curve model) เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากโมเดลดังกล่าว มีจุดเด่นที่เป็นข้อได้เปรียบกว่าโมเดลอื่นๆ ดังที่ได้เสนอมมาแล้วข้างต้น ส่วนโมเดลที่เหลือ ผู้ที่สนใจสามารถติดตามศึกษาได้จากบทความของ McArdle และ Aber (1990) ในหนังสือ *Statistical Methods in longitudinal Research Volume I* (Eye, 1990) และในหนังสือ *Applied Computational Statistical Methods in longitudinal Research* (Rovien & Eye, 1991)

1. โมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (Baseline of Longitudinal Factor Analysis)

โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว มีแนวคิดที่ว่า คะแนนดิบของแต่ละบุคคลที่วัดตัวแปรหนึ่งๆ ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ($Y_{m,t,n}$) จะประกอบไปด้วยคะแนนสองส่วนคือ คะแนนองค์ประกอบร่วม (common factor score) และคะแนนองค์ประกอบเฉพาะ (unique factor score) ของแต่ละบุคคลที่วัดตัวแปรนั้นๆ ในช่วงเวลานั้น สามารถเขียนในรูปสมการได้ดังนี้คือ

$$Y_{m,t,n} = J_{m,t} T_{t,n} + U_{m,t,n} \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ $Y_{m,t,n}$ คือ คะแนนดิบในการวัดตัวแปรที่ m ของคนที่ n ในช่วงเวลาที่ t ซึ่งเขียนในรูปคะแนนเบี่ยงเบนจากกลุ่ม

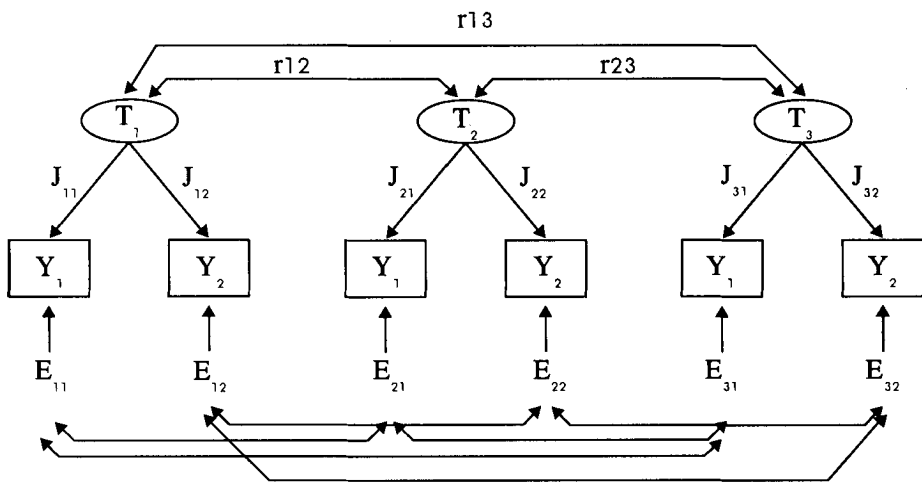
$T_{t,n}$ คือ คะแนนองค์ประกอบร่วมของคนี่ n ในการวัดครั้งที่ t

$U_{m,t,n}$ คือ คะแนนองค์ประกอบเฉพาะในการวัดตัวแปรที่ m ในช่วงเวลาที่ t = $E_{m,t,n}$

$J_{m,t}$ คือ น้ำหนักองค์ประกอบในการวัดตัวแปรที่ m ในช่วงเวลาที่ t

จากสมการที่ 1 จะเห็นได้ว่าคะแนนเบี่ยงเบนของการวัดตัวแปรที่ m ของคนที่ n ในช่วงเวลาที่ t ที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญสองส่วน ส่วนแรกคือผลคูณของ

องค์ประกอบร่วม ($T_{i,n}$) กับน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) และส่วนที่สองก็คือคะแนนองค์ประกอบเฉพาะ ($U_{m,t,n}$) หรือความคลาดเคลื่อนในการวัด ($E_{m,t,n}$) นั้นเอง ในโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวนี้ องค์ประกอบร่วมที่วัดในแต่ละช่วงเวลาจะมีความสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้จะบอกให้ทราบว่า องค์ประกอบร่วมที่วัดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งสามารถเป็นตัวทำนายขององค์ประกอบร่วมที่วัดในช่วงเวลาที่ถัดไป (Eye & Rovine, 1991; Tisak & Meredith, 1990 ; McArdle & Aber, 1990) โมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวสามารถเขียนได้ดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 โมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว

จากแผนภาพที่ 1 T_1, T_2 และ T_3 เป็นองค์ประกอบร่วมที่วัดในช่วงเวลา t_1, t_2 และ t_3 ตามลำดับ โดยองค์ประกอบร่วมที่วัดในแต่ละช่วงเวลาจะถูกวัดด้วยตัวแปรสังเกตได้ 2 ตัวคือ Y_1 และ Y_2 เมื่อพิจารณาจากแผนภาพประกอบกับสมการที่ 1 จะเห็นได้ว่าตัวแปรสังเกตได้ที่วัดในช่วงเวลาต่างกันจะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญสองส่วน ส่วนแรกคือผลคูณของคะแนนองค์ประกอบร่วมกับน้ำหนักองค์ประกอบ ($J_{11}, J_{12}, \dots, J_{32}$) ส่วนที่สองก็คือ คะแนนองค์ประกอบเฉพาะ ซึ่งสามารถเขียนแจกแจงในรูปสมการได้ดังต่อไปนี้คือ

คะแนนของตัวแปรสังเกตได้ที่วัดในช่วงเวลาที่ t_1

$$Y_{11} = J_{11} T_1 + E_{11}$$

$$Y_{12} = J_{12} T_1 + E_{12}$$

คะแนนของตัวแปรสังเกตได้ที่วัดในช่วงเวลาที่ t_2

$$Y_{21} = J_{21} T_2 + E_{21}$$

$$Y_{22} = J_{22} T_2 + E_{22}$$

คะแนนของตัวแปรสังเกตได้ที่วัดในช่วงเวลาที่ t_3

$$Y_{31} = J_{31} T_3 + E_{31}$$

$$Y_{32} = J_{32} T_3 + E_{32}$$

การวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว มีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญสองประการคือ ประการแรก ในการวัดครั้งเดียวกัน องค์ประกอบร่วมจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบเฉพาะ ข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้มีความเข้มงวดเป็นอย่างยิ่งในการวิเคราะห์องค์ประกอบ ข้อตกลงเบื้องต้นประการที่สองก็คือ องค์ประกอบเฉพาะที่วัดในช่วงเวลาเดียวกันจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่สามารถมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบเฉพาะของตัวแปรเดียวกัน ที่วัดในช่วงเวลาที่ต่างกันได้ (Tisak & Meredith, 1990) จากข้อตกลงเบื้องต้นข้อแรก เมื่อพิจารณาจากแผนภาพที่ 1 จะพบว่าไม่มีลูกศรที่แสดงว่าองค์ประกอบร่วมและองค์ประกอบเฉพาะที่วัดในช่วงเวลาเดียวกันมีความสัมพันธ์ นั่นคือไม่มีลูกศรจาก E_{11} , E_{12} ไปยัง F_{11} จาก E_{21} , E_{22} ไปยัง F_{12} และจาก E_{31} , E_{32} ไปยัง T_3 ส่วนข้อตกลงเบื้องต้นข้อที่ 2 นั้น จะปรากฏลูกศรที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเฉพาะของตัวแปรเดียวกันที่วัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกันเท่านั้น

ในการศึกษาการวัดการเปลี่ยนแปลงนั้น นักวิจัยให้ความสำคัญกับความคงที่ของพารามิเตอร์ของคะแนนองค์ประกอบเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพราะนักวิจัยต้องการตอบคำถามการวิจัยที่ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับองค์ประกอบร่วม ซึ่งวัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกันยังคงมีค่าคงที่หรือไม่ การศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าวในการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ก็คือ การพิจารณาความคงที่ (stationarity) ของพารามิเตอร์ของคะแนนองค์ประกอบ ในโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่มีตัวแปรแฝง ซึ่งถึงแม้ว่าจะวัดองค์ประกอบดังกล่าวนี้ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ค่าพารามิเตอร์ขององค์ประกอบนี้ก็ยังมีค่าคงที่เช่นเดิม หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งก็คือ ความคงที่ของโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (stationarity of longitudinal factor analytic model) ก็คือความไม่แปรเปลี่ยนขององค์ประกอบที่วัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ในทางกลับกันการที่องค์ประกอบที่วัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกันไม่มีความคงที่ ย่อมแสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ขององค์ประกอบดังกล่าว เกิดการแปรเปลี่ยนไปในช่วงเวลาที่ทำการวัดต่างกัน (Tisak & Meredith, 1990)

สิ่งที่พิจารณาอีกประการหนึ่งในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ขององค์ประกอบ ก็คือ การพิจารณาความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนขององค์ประกอบ (invariance of factor pattern) จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนขององค์ประกอบในโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบ ก็คือการตรวจสอบว่าแบบแผนขององค์ประกอบเดียวกันในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันหรือไม่ ดังนั้นเมื่อผลการวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับตัวแปรแฝงของประชากรในแต่ละกลุ่มมีความคงที่ ย่อมแสดงว่าแบบแผนขององค์ประกอบที่วัดจากกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ไม่มีความแปรเปลี่ยน หรือกล่าวได้ว่าแบบแผนขององค์ประกอบของประชากรในแต่ละกลุ่ม เป็นแบบแผนเดียวกัน ในการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ความคงที่และความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบ (stationarity and invariance of longitudinal factor analytic model) มีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพราะโมเดลดังกล่าวสามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาและระหว่างกลุ่มประชากรได้โดยตรง (Tisak & Meredith, 1990)

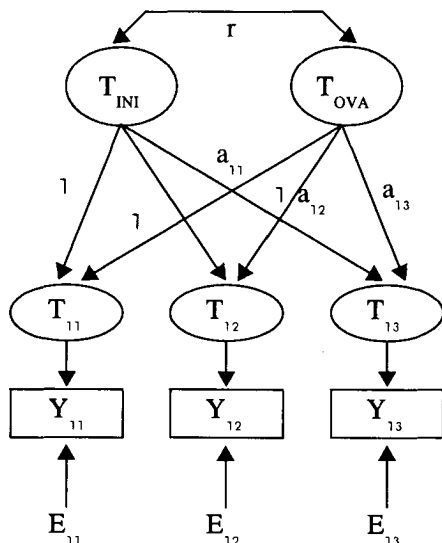
2. โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (Longitudinal Factor Analysis with Single Indicator Model)

Raykov (1994) ได้นำวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวนี้มาประยุกต์ใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลง และใช้ในการศึกษาถึงตัวแปรที่มีความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงด้วย ในการวัดการเปลี่ยนแปลง Raykov ได้ให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องในระยะยาว ดังนั้นโมเดลการวัดในรูปสมการโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นจึงเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวโดยใช้ข้อมูลจากการวัดหลายๆ ครั้ง โมเดลที่พัฒนาขึ้นนี้ ทำการวัดองค์ประกอบโดยใช้ตัวบ่งชี้เพียงตัวเดียวจึงให้ชื่อว่า โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวมีแนวคิดในการวัดตัวแปรตามทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (CTT) คะแนนดิบของตัวแปรสังเกตได้ที่วัดในแต่ละช่วงเวลาจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบสำคัญซึ่งอยู่ในรูปตัวแปรแฝง 3 ส่วน ส่วนแรก คือ องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น (initial factor ; T_{ini}) ส่วนที่สองคือ องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด (overall change factor ; T_{ova}) องค์ประกอบในส่วนนี้ จะเป็นผลคูณของน้ำหนักองค์ประกอบกับคะแนนการเปลี่ยนแปลง ที่อยู่ในรูปตัวแปรแฝงระหว่างการวัดในครั้งแรกกับการวัดครั้งสุดท้าย และส่วนที่สามก็คือองค์ประกอบเฉพาะ (δ_{jk}) จากความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังสมการที่ 2 และรูปโมเดลในแผนภาพที่ 2 ดังนี้

$$T_{jk} = T_{j1} + a_{jk} (T_{jp} - T_{j1}) + \delta_{jk} \dots\dots\dots (2)$$

- เมื่อ T_{jk} คือ คะแนนองค์ประกอบในรูปตัวแปรแฝงของตัวแปรที่ j ในการวัดครั้งที่ k
 j คือ ลำดับที่ของตัวแปรซึ่งมีจำนวน m ตัวแปร ($j = 1, 2, \dots, m$)
 k คือ ลำดับที่ในการวัดตัวแปรแต่ละตัวซึ่งมีจำนวน p ครั้ง ($k = 1, 2, \dots, p_j$)
 T_{j1} คือ องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นซึ่งก็คือคะแนนที่อยู่ในรูปตัวแปรแฝงของการวัดตัวแปรที่ j ในครั้งแรก
 T_{jp} คือ คะแนนที่อยู่ในรูปตัวแปรแฝงของการวัดตัวแปรที่ j ในครั้งสุดท้าย
 δ_{jk} คือ องค์ประกอบเฉพาะของตัวแปรที่วัดในแต่ละครั้งซึ่งก็คือทอมความคลาดเคลื่อนในการวัด (E_{jk}) นั่นเองและองค์ประกอบเฉพาะดังกล่าวมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ ศูนย์
 a_{jk} คือ พารามิเตอร์ที่บ่งชี้ อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นซึ่งจะถูกประมาณค่าจากข้อมูลเชิงประจักษ์



แผนภาพที่ 2 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว

เมื่อพิจารณาจากแผนภาพที่ 2 ประกอบกับสมการที่ 2 จะพบว่า ตัวแปรสังเกตได้ Y_{11}, Y_{12} และ Y_{13} เป็นตัวแปรตัวเดียวกันแต่วัดในช่วงเวลาต่างกัน คือ t_1, t_2 และ t_3 ตามลำดับ คะแนนดิบของตัวแปร Y_{11}, Y_{12} และ Y_{13} ประกอบด้วยองค์ประกอบสามส่วนดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นถ้าในกรณีที่มีตัวแปรสังเกตได้ที่ต้องการวัดจำนวน m ตัว และทำการวัดซ้ำเป็นจำนวน p ครั้ง

คะแนนดิบของตัวแปรที่วัดในแต่ละครั้ง ($Y_{11}, \dots, Y_{1,p1}; Y_{21}, \dots, Y_{2,p2}; \dots; Y_{m,1}, \dots, Y_{m,pm}$) จะสามารถเขียนแจกแจงได้ดังต่อไปนี้คือ

คะแนนดิบของตัวแปรที่ 1 ที่มีการวัดซ้ำ p ครั้ง ($j = 1; k = p$)

$$Y_{11} = T_{11} + E_{11} \quad [=T_{11} + o(T_{1p1} - T_{11}) + E_{11}]$$

$$Y_{12} = T_{11} + a_{12} (T_{1p1} - T_{11}) + E_{12}$$

$$Y_{13} = T_{11} + a_{13} (T_{1p1} - T_{11}) + E_{13}$$

.

.

.

$$Y_{1,p1-1} = T_{11} + a_{1p1-1} (T_{1p1} - T_{11}) + E_{1p1-1}$$

$$Y_{1,p1} = T_{1p1} + E_{1p1}$$

$$[=T_{11} + 1(T_{1p1} - T_{11}) + E_{2p2}]$$

คะแนนดิบของตัวแปรที่ 2 ที่มีการวัดซ้ำ p ครั้ง ($j = 2; k = p$)

$$Y_{21} = T_{21} + E_{21}$$

$$[=T_{21} + o(T_{2p2} - T_{21}) + E_{21}]$$

$$Y_{22} = T_{21} + a_{22} (T_{2p2} - T_{21}) + E_{22}$$

$$Y_{23} = T_{21} + a_{23} (T_{2p2} - T_{21}) + E_{23}$$

.

.

.

$$Y_{2,p2-1} = T_{21} + a_{2,p2-1} (T_{2p2} - T_{21}) + E_{2,p2-1}$$

$$Y_{2,p2} = T_{2p2} + E_{2p2}$$

$$[=T_{21} + 1(T_{2p2} - T_{21}) + E_{2p2}]$$

คะแนนดิบของตัวแปรที่ m ที่มีการวัดซ้ำ p ครั้ง ($j = m; k = p$)

$$Y_{m1} = T_{m1} + E_{m1}$$

$$[=T_{m1} + o(T_{m,pm} - T_{m1}) + E_{m1}]$$

$$Y_{m2} = T_{m1} + a_{m2} (T_{m,pm} - T_{m1}) + E_{m2}$$

$$Y_{m3} = T_{m1} + a_{m3} (T_{m,pm} - T_{m1}) + E_{m3}$$

.

.

.

$$Y_{m,pm-1} = T_{m1} + a_{m,pm-1} (T_{m,pm} - T_{m1}) + E_{m,pm-1}$$

$$Y_{m,pm} = T_{m,p} + E_{m,pm}$$

$$[=T_{m1} + 1(T_{m,pm} - T_{m1}) + E_{m,pm}]$$

จากสมการที่แจกแจงมาข้างต้น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ $a_{11}, a_{12} \dots a_{1,p_1}$; $a_{21}, a_{22} \dots a_{2,p_2}; \dots; a_{m1}, a_{m2}, \dots, a_{m, p_m}$ ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบที่วัดในแต่ละครั้ง จะถูกประมาณค่าจากข้อมูล เมื่อพิจารณาจากแผนภาพที่ 2 จะพบว่ามีการกำหนดให้ลูกศรทิศทางเดียว จากองค์ประกอบ T_{INI} ไปยังตัวแปรสังเกตได้ Y_{11}, Y_{12} และ Y_{13} มีค่าเท่า 1 ทั้งนี้เนื่องมาจาก T_{INI} ถูกกำหนดให้มีสถานะเป็นองค์ประกอบเริ่มต้นของตัวแปร Y_{11}, Y_{12} และ Y_{13} การกำหนดให้น้ำหนักองค์ประกอบมีค่าเท่ากับ 1 ดังกล่าว จึงทำให้องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรทั้งสามมีค่าเท่ากัน นอกจากนี้ในการวัดองค์ประกอบครั้งแรก ถือว่าเป็นการวัดองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นถือว่ายังไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ดังนั้นจึงกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ a_{11} มีค่าเท่ากับศูนย์ โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวที่ Raykov (1994) พัฒนาขึ้นมาแนวคิดการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวนี้ สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากบทความเรื่อง *Factor analysis model* (McArdle Anderson, 1990; McArdle & Aber, 1990) และจากบทความเรื่อง *Factor analysis model* (Meredith & Tisak, 1990)

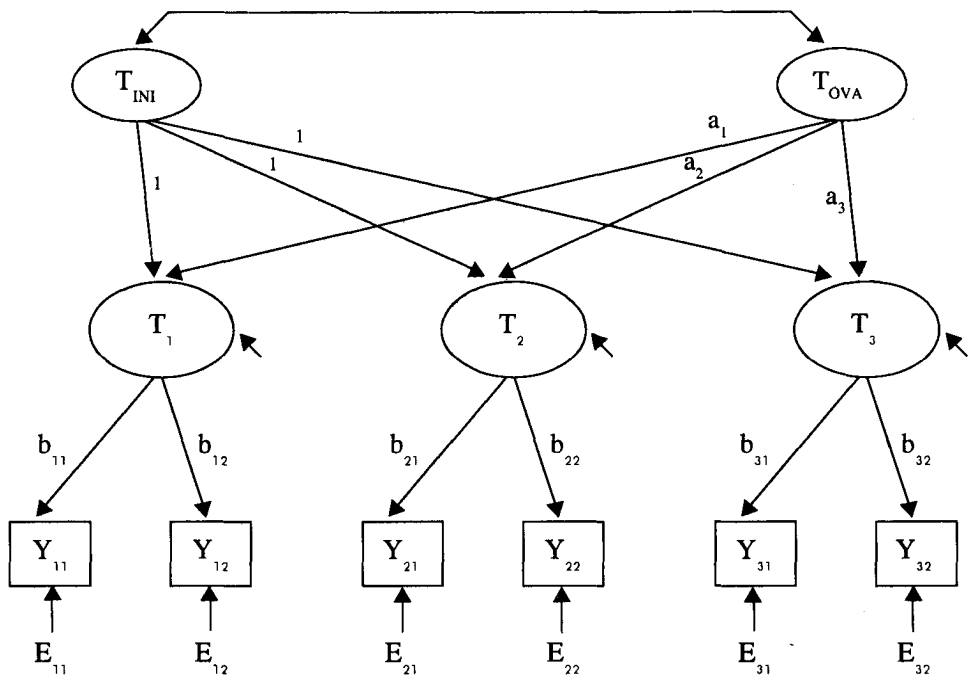
3. โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (Longitudinal Factor Analysis with Several Indicators model)

โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว เป็นโมเดลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะ (trait) ที่มีการวัดซ้ำหลาย ๆ ครั้งด้วยตัวบ่งชี้ตัวแปรแฝงนั้นเพียงตัวเดียว ซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวคิดในการวัดคุณลักษณะทางจิตวิทยาที่เสนอว่า การวัดโครงสร้างองค์ประกอบที่เป็นคุณลักษณะทางจิตวิทยา หรือตัวแปรแฝง (latent variable) ควรทำการวัดจากดัชนีบ่งชี้องค์ประกอบหลาย ๆ ตัว (Bollen, 1989; Joreskog & Sorborn, 1989; Raykov, 1994) ทั้งนี้เพราะการวัดองค์ประกอบใด ๆ ด้วยตัวบ่งชี้เพียงตัวเดียว จะให้สารสนเทศเกี่ยวกับองค์ประกอบนั้น ๆ เพียงด้านใดด้านหนึ่งซึ่งจะทำให้โครงสร้างขององค์ประกอบที่วัดได้นั้นขาดทั้งความเที่ยง (reliability) และความตรง (validity) ดังนั้น โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบจึงสมควรวัดด้วยดัชนีบ่งชี้ตัวแปรแฝงนั้นหลาย ๆ ตัว ซึ่งจะเรียกโมเดลต่อไปนี้ว่า โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว แนวคิดที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลนั้น ยังคงใช้แนวคิดทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิมเช่นเดียวกับ การประมาณค่าพารามิเตอร์ ในโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัวนี้สามารถเขียนแสดงในรูปสมการได้ดังในสมการที่ 3 และโมเดลในแผนภาพที่ 3 ดังนี้

$$T_k = T_1 + a_k(T_p - T_1) + \delta_k, \quad k= 1,2,\dots, p \quad \text{.....} \quad (3)$$

เมื่อ T_1, T_2, \dots, T_p = คะแนนองค์ประกอบรวมในรูปตัวแปรแฝงที่ทำการวัดในครั้งที่ 1, ที่ 2, จนถึงครั้งที่ p ด้วยตัวบ่งชี้หลาย ๆ ตัว

δ_k = องค์ประกอบเฉพาะที่ทำการวัดตัวแปรในครั้งนั้น ๆ ซึ่งก็คือเทอมความคลาดเคลื่อนในการวัดนั่นเอง



แผนภาพที่ 3 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว

เมื่อพิจารณาจากสมการที่ 3 ประกอบกับแผนภาพที่ 3 จะพบว่า องค์ประกอบรวมที่วัดในช่วงเวลาต่าง ๆ กันยังคงประกอบไปด้วยองค์ประกอบสำคัญสามส่วน ส่วนแรกคือ องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น (T_{INI}) ส่วนที่สองคือองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด (T_{OVA}) และส่วนที่สามคือองค์ประกอบเฉพาะ (δ_k) หรือเทอมความคลาดเคลื่อนในการวัดเช่นเดียวกับโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว แต่มีความแตกต่างกันตรงที่โมเดลนี้ องค์ประกอบรวมที่วัดในแต่ละช่วงเวลา จะถูกวัดด้วยตัวแปรสังเกตได้หลาย ๆ ตัว นั่นคือ T_1, T_2, T_3

เป็นองค์ประกอบร่วมของตัวแปร Y_1 และ Y_2 ซึ่งวัดในแต่ละช่วงเวลา t_1, t_2 และ t_3 ตามลำดับ ดังนั้นคะแนนดิบของตัวแปรสังเกตได้ Y_1 และ Y_2 จะประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญสองส่วน คือ องค์ประกอบร่วมกับองค์ประกอบเฉพาะดังที่แสดงไว้ในสมการที่ 1 ของโมเดลพื้นฐานของการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ในขณะที่เดียวกันองค์ประกอบร่วมที่วัดในแต่ละช่วงเวลา ก็จะประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วน ส่วนแรกคือ องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น (T_{INI}) ส่วนที่สองคือ องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด (T_{OVA}) และส่วนที่สามคือองค์ประกอบเฉพาะ (δ_k) หรือเทอมความคลาดเคลื่อนในการวัด จากสมการที่ 3 และแผนภาพที่ 3 คะแนนดิบของตัวแปรสังเกตได้ Y_1 และ Y_2 ที่วัดในช่วงเวลาต่างกันจึงสามารถเขียนแจกแจงได้ดังต่อไปนี้

คะแนนดิบในการวัดครั้งแรกของตัวแปร Y_1 และ Y_2

$$Y_{11} = b_{11} T_{11} + E_{11} \quad \{ = b_{11} [T_1 + o(T_p - T_1)] + E_{11} \}$$

$$Y_{12} = b_{12} T_{11} + E_{12} \quad \{ = b_{12} [T_1 + o(T_p - T_1)] + E_{12} \}$$

คะแนนดิบในการวัดครั้งที่ 2 ของตัวแปร Y_1 และ Y_2

$$Y_{21} = b_{21} T_{22} + E_{21} \quad \{ = b_{21} [T_1 + a_2(T_p - T_1)] + E_{21} \}$$

$$Y_{22} = b_{22} T_{22} + E_{22} \quad \{ = b_{22} [T_1 + a_2(T_p - T_1)] + E_{22} \}$$

คะแนนดิบในการวัดครั้งที่ 3 ของตัวแปร Y_1 และ Y_2

$$Y_{31} = b_{31} T_{33} + E_{31} \quad \{ = b_{31} [T_1 + a_3(T_p - T_1)] + E_{31} \}$$

$$Y_{32} = b_{32} T_{33} + E_{32} \quad \{ = b_{32} [T_1 + a_3(T_p - T_1)] + E_{32} \}$$

ในกรณีที่มีการวัดตัวแปรสังเกตได้จำนวน q ตัวแปร และทำการวัดซ้ำเป็นจำนวน p ครั้ง

คะแนนดิบในการวัดครั้งที่ $p-1$ ของตัวแปรตัวแปรจำนวน q ตัว จึงเป็นดังนี้

$$Y_{p-1,1} = b_{p-1,1} T_{p-1} + E_{p-1,1} \quad \{ = b_{p-1,1} [T_1 + a_{p-1} (T_p - T_1)] + E_{p-1,1} \}$$

$$Y_{p-1,2} = b_{p-1,2} T_{p-1} + E_{p-1,2} \quad \{ = b_{p-1,2} [T_1 + a_{p-1} (T_p - T_1)] + E_{p-1,2} \}$$

$$Y_{p-1,3} = b_{p-1,3} T_{p-1} + E_{p-1,3} \quad \{ = b_{p-1,3} [T_1 + a_{p-1} (T_p - T_1)] + E_{p-1,3} \}$$

⋮

⋮

⋮

$$Y_{p-1,qp-1} = b_{p-1,qp-1} T_{p-1} + E_{p-1,qp-1} \quad \{ = b_{p-1,qp-1} [T_1 + a_{p-1} (T_p - T_1)] + E_{p-1,qp-1} \}$$

คะแนนดิบในการวัดครั้งที่ p ของตัวแปรตัวแปรจำนวน q ตัว

$$Y_{p1} = b_{p1} T_p + E_{p1} \quad \{ = b_{p1} [T_{p1} + 1(T_p - T_{p1})] + E_{p1} \}$$

$$Y_{p2} = b_{p2} T_p + E_{p2} \quad \{ = b_{p2} [T_{p1} + 1(T_p - T_{p1})] + E_{p2} \}$$

$$Y_{p3} = b_{p3} T_p + E_{p3} \quad \{ = b_{p3} [T_{p1} + 1(T_p - T_{p1})] + E_{p3} \}$$

·
·
·

$$Y_{p,pq} = b_{p,pq} T_p + E_{p,pq} \quad \{ = b_{p,pq} [T_{p1} + 1(T_p - T_{p1})] + E_{p,pq} \}$$

จากสมการที่แสดงการแจกแจงคะแนนดิบของตัวแปรสังเกตได้ที่แสดงมาทั้งหมด ค่าหน้า-หน้าขององค์ประกอบ $b_{11}, \dots, b_{1,q1}$; $b_{21}, \dots, b_{2,q2}$; $b_{p1}, \dots, b_{p,pq}$ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับองค์ประกอบร่วมที่วัดในแต่ละช่วงเวลา ส่วน a_1, \dots, a_p เป็นค่าพารามิเตอร์ของโมเดลอีกชุดหนึ่ง ที่ใช้ในการอธิบายองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลง ที่วัดในแต่ละช่วงเวลาซึ่งค่าพารามิเตอร์ของโมเดลทั้งหมดนี้จะถูกประมาณค่าจากข้อมูล อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากแผนภาพที่ 3 จะพบว่ามีข้อกำหนดให้ลูกศรทิศทางเดียว จากองค์ประกอบ T_{INI} ไปยังองค์ประกอบร่วม T_1, T_2 และ T_3 มีค่าเท่ากับ 1 ทั้งนี้เนื่องมาจาก T_{INI} ถูกกำหนดให้มีสถานะเป็นองค์ประกอบเริ่มต้นขององค์ประกอบร่วม T_1, T_2 และ T_3 การกำหนดให้หน้าหน้าขององค์ประกอบมีค่าเท่ากับ 1 ดังกล่าว จึงทำให้องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรทั้งสามมีค่าเท่ากัน นอกจากนี้ในการวัดองค์ประกอบครั้งแรกถือว่าการวัดองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นถือว่ายังไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ดังนั้นจึงกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ a_1 มีค่าเท่ากับศูนย์ เช่นเดียวกับการกำหนดพารามิเตอร์ ในโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว

ตอนที่ 2 โมเดลความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงที่วัดการเปลี่ยนแปลงกับตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง

ในการวิจัยในครั้งนี้นอกจากการให้ความสนใจกับการวัดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบแล้วสิ่งที่สนใจอีกประการหนึ่ง ก็คือ การศึกษาปัจจัยหรือองค์ประกอบภายนอกที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง ตัวแปรที่สัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงจะวัดอยู่ในรูปตัวแปรคอนเจนเนอริกที่องค์ประกอบร่วมจะทำการวัดจากตัวแปรสังเกตได้หลาย ๆ ตัว สามารถเขียนในรูปของคะแนนจริงตามทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิมได้ดังนี้

$$X_{cg} = d_g T_c + E_{cg} \quad \dots\dots\dots 4$$

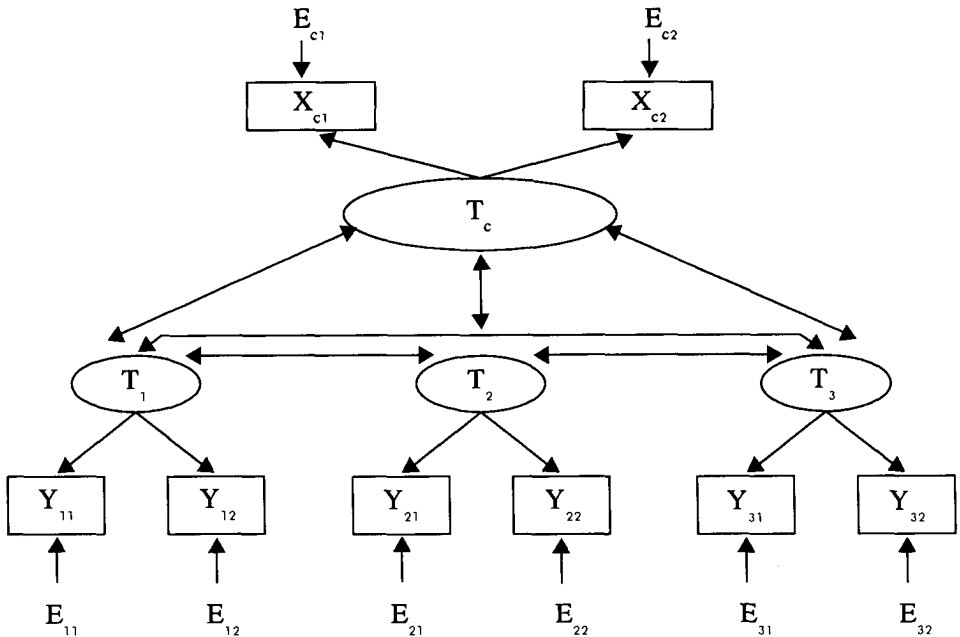
เมื่อกำหนดให้ X_c หมายถึง คะแนนสังเกตของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงตัวที่ g
 g หมายถึง ลำดับที่ของจำนวนตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง
 T_c หมายถึง ค่าคะแนนจริงของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง
 E_{cg} หมายถึง ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปร

ดังนั้น คะแนนดิบของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงซึ่งวัดจากตัวแปรสังเกตได้จำนวน g ตัว จึงสามารถเขียนแจกแจงได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} X_{c1} &= d_1 T_c + E_{c1} \\ X_{c2} &= d_2 T_c + E_{c2} \\ &\dots \\ &\dots \\ &\dots \\ X_{cg} &= d_g T_c + E_{cg} \end{aligned}$$

ค่าคงที่ d_1, d_2, \dots, d_g เป็นพารามิเตอร์ของโมเดลการวัดตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะถูกประมาณค่าจากข้อมูลเช่นเดียวกับพารามิเตอร์ทั้งหลาย ในแต่ละโมเดลในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง ค่าพารามิเตอร์ที่สนใจจึงได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างองค์ประกอบของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง กับองค์ประกอบ การเปลี่ยนแปลงที่วัดได้ด้วยโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวแต่ละโมเดล ซึ่งแสดงด้วย แผนภาพดังต่อไปนี้

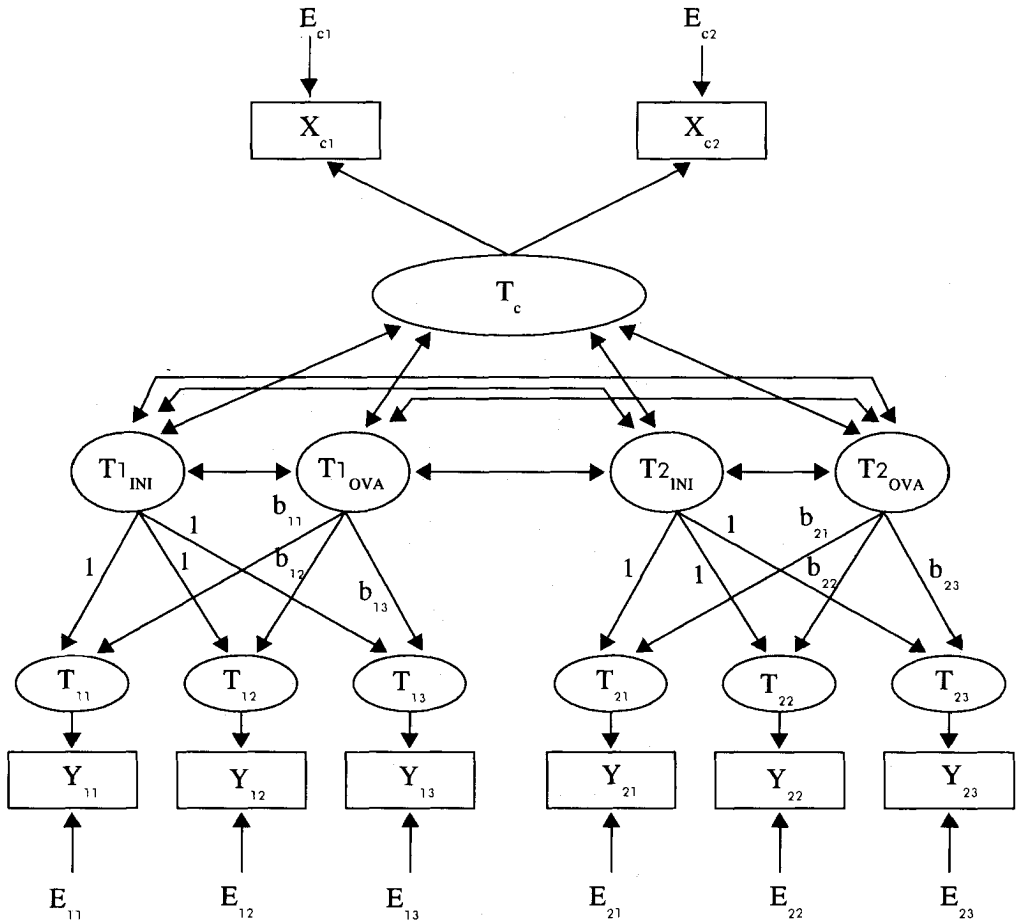
แผนภาพที่ 4 เป็นโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนองค์ประกอบ การเปลี่ยนแปลง ที่ได้ จากโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวกับองค์ประกอบอื่น ๆ พารามิเตอร์ที่สนใจ คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างองค์ประกอบของตัวแปรที่ สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง กับคะแนนองค์ประกอบ การเปลี่ยนแปลง ซึ่งได้แก่ $r(T_c, T_2 - T_1)$, $r(T_c, T_3 - T_2)$, $r(T_c, T_3 - T_1)$ ซึ่งแสดงไว้ด้วยลูกศรสองทิศทางในโมเดล นั่นเอง



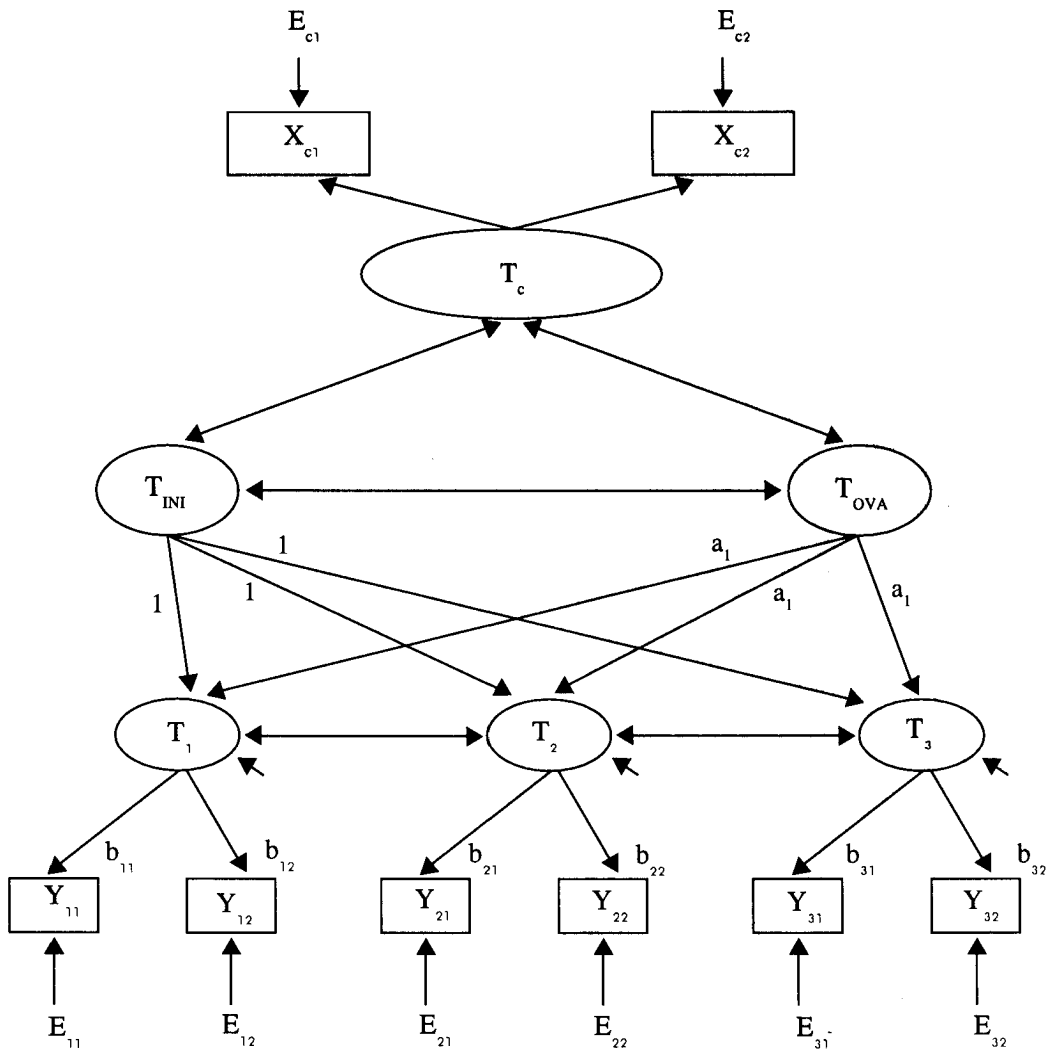
แผนภาพที่ 4 โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว

แผนภาพที่ 5 โมเดลความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลง ที่ได้จากโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว กับองค์ประกอบอื่น ๆ พารามิเตอร์ที่สนใจคือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงกับคะแนนองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงซึ่งได้แก่ $r(T_c, T_{1,p1} - T_{11})$, $r(T_c, T_{2,p2} - T_{21})$ ดังที่แสดงไว้ด้วยลูกศรสองทิศทางโมเดลนั่นเอง

แผนภาพที่ 6 โมเดลความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลง ที่ได้จากโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลาย ๆ ตัว กับองค์ประกอบอื่น ๆ พารามิเตอร์ที่สนใจ คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง องค์ประกอบของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงกับคะแนนองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงซึ่งได้แก่ $r(T_p - T_1, T_c)$ ดังที่ได้แสดงไว้ด้วยลูกศรสองทิศทางในโมเดล นั่นเอง



แผนภาพที่ 5 โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว



แผนภาพที่ 6 โมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว

ตอนที่ 3 ดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพของโมเดลที่ใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีจุดประสงค์เพื่อการศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง ผู้วิจัยมุ่งศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลใน 2 ประการคือ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปสมการโครงสร้าง และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลอิสระหรือโมเดลความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลง ดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพของโมเดลมีดังนี้

1. ดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปสมการโครงสร้าง

1.1. ค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดล กับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรล ถ้าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าดัชนีความสอดคล้องเช่น ค่าไค-สแควร์มีค่าต่ำและไม่มีความสำคัญทางสถิติ นั้นย่อมหมายความว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงมีประสิทธิภาพ (Tisak & Meredith, 1990; Raykov, 1994) ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์อื่น ๆ ได้แก่ ค่า GFI ค่า RMR เป็นต้น

1.2 ความคงที่ของคะแนนองค์ประกอบ (stationarity of factors pattern across times) คือความไม่แปรเปลี่ยนขององค์ประกอบที่วัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้นการที่องค์ประกอบที่วัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกันไม่มีความคงที่ (lack of stationarity) จึงเป็นสิ่งที่แสดงว่าค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น (Tisak & Meredith, 1990) การเปรียบเทียบความคงที่ขององค์ประกอบในการวิจัยครั้งนี้ ก็คือการเปรียบเทียบว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงแต่ละแบบ จะให้คำอธิบายความคงที่ของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบแตกต่างกันหรือไม่นั่นเองค่าดัชนีที่บ่งชี้ถึงความคงที่ของคะแนนองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ได้แก่ ผลต่างระหว่างไค-สแควร์ (difference chi-square) ที่ได้จากโมเดลการวัด เมื่อกำหนดน้ำหนักองค์ประกอบมีค่าต่างกันในแต่ละช่วงเวลา กับไค-สแควร์ที่ได้จากโมเดลการวัด เมื่อกำหนดน้ำหนักองค์ประกอบให้มีค่าเท่ากันในทุกช่วงเวลา ถ้าผลต่างค่าไค-สแควร์มีค่าต่ำ และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าโมเดลการวัดมีความคงที่ของคะแนนองค์ประกอบในการวัดการเปลี่ยนแปลง จึงมีจุดมุ่งหมายที่จะปฏิเสธสมมุติฐานที่ว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่วัดได้ในช่วงเวลาต่างกัน มีค่าเท่ากัน ซึ่งนั่นย่อมหมายถึงว่าองค์ประกอบที่วัดในช่วงเวลาต่างกันมีการเปลี่ยนแปลงไปนั่นเอง จึงกล่าวได้ว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงนั้นมีประสิทธิภาพที่สามารถระบุการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบได้ (Tisak & Meredith, 1990; Raykov, 1994 ; McArdle & Aber, 1990)

1.3 ความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนองค์ประกอบ (invariance of factor pattern across groups) เป็นการตรวจสอบว่าแบบแผนองค์ประกอบ (factor pattern) ในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันหรือไม่ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งคือ แบบแผนขององค์ประกอบของประชากรในแต่ละกลุ่มเป็นแบบแผนเดียวกันหรือไม่ ในการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว โมเดลการวิเคราะห์ความคงที่และความไม่แปรเปลี่ยนขององค์ประกอบ (stationarity and invariance longitudinal factor model) มีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพราะโมเดลดังกล่าวสามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างช่วงเวลาและระหว่างกลุ่มประชากรได้โดยตรง (Tisak & Meredith, 1990) ในการเปรียบเทียบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนขององค์ประกอบในการวิจัยครั้งนี้ ก็คือ การเปรียบเทียบว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงแต่ละแบบจะให้คำอธิบายแบบแผน

องค์ประกอบแตกต่างกันหรือไม่นั่นเอง ค่าดัชนีความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนในองค์ประกอบดังกล่าวได้แก่ ผลต่างระหว่างไค-สแควร์ ที่ได้จากโมเดลการวัดของกลุ่มประชากรหนึ่ง กับไค-สแควร์ที่ได้จากโมเดลการวัด เมื่อกำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบให้มีค่าเท่ากับ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของกลุ่มประชากรอีกกลุ่มหนึ่ง ถ้าผลต่างค่าไค-สแควร์มีค่าต่ำและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าโมเดลการวัดมีความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบ ในทางกลับกันถ้าผลการทดสอบปฏิเสธสมมุติฐานดังกล่าว นั้นแสดงว่า แบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบที่วัดจากกลุ่มที่แตกต่างกันไม่มีคุณสมบัติของความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม ผลการทดสอบดังกล่าวแสดงว่ากลุ่มที่ต่างกันมีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงที่ต่างกันนั่นเอง และโมเดลการวัดมีประสิทธิภาพ (Tisak & Meredith, 1990 ; Raykov, 1994 ; McArdle & Aber, 1990)

2. ดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพของโมเดลลิสเรล (LISREL model) หรือโมเดลความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นโมเดลที่ใช้เพื่อศึกษาว่าปัจจัยใดที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของคะแนนองค์ประกอบ ดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพของโมเดล ได้แก่

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรล ถ้าโมเดลลิสเรลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าดัชนีความสอดคล้องเช่นค่าไค-สแควร์มีค่าต่ำและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั้นย่อมหมายความว่าโมเดลลิสเรลมีประสิทธิภาพ (Tisak & Meredith, 1990 ; McArdle & Aber, 1990 ; Raykov, 1993, 1994) ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์อื่น ๆ ได้แก่ ค่า GFI ค่า RMR เป็นต้น

2.2 ความไม่แปรเปลี่ยนของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลง กับตัวแปรอื่นๆ ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง วัดได้จากผลต่างระหว่างไค-สแควร์ที่ได้จากโมเดลลิสเรล แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงกับตัวแปรอื่นๆที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าต่างกันในแต่ละช่วงเวลา กับไค-สแควร์ที่ได้จากโมเดลลิสเรล แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงกับตัวแปรอื่นๆ ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง เมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน ให้มีค่าเท่ากัน ถ้าผลต่างไค-สแควร์มีค่าต่ำ และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่า โมเดลความสัมพันธ์มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่แปรเปลี่ยน (Raykov, 1994)

สมมุติฐานของการวิจัย

1. ในด้านประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง ผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานว่าโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว จะมีประสิทธิภาพในการวัดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบระยะยาวได้ดีที่สุด รองลงไปคือ โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว และสุดท้ายคือโมเดลพื้นฐานของการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ทั้งนี้เพราะโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบได้ทั้งที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา และที่เกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงเวลาได้ ส่วนโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวสามารถอธิบายได้เพียงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในขณะที่โมเดลพื้นฐานของการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว สามารถอธิบายได้เพียงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างช่วงเวลาเท่านั้น

2. ในด้านประสิทธิภาพของโมเดลลิשראלแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงกับองค์ประกอบอื่นที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงนั้น ผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า โมเดลลิשראלที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลง ในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว จะมีประสิทธิภาพในการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบระยะยาวได้ดีที่สุด รองลงไปคือโมเดลลิשראלที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลง ในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว และสุดท้ายคือ โมเดลลิשראלที่มีการเปลี่ยนแปลง ในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว ทั้งนี้เพราะการวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้หลาย ๆ ตัว จะทำให้การวัดองค์ประกอบมีความเที่ยงสูง และมีความคลาดเคลื่อนในการวัดต่ำกว่าการวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวและจะส่งผลให้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบมีค่าสูงขึ้นด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2539 จำนวน 35,384 คน (ข้อมูลจากสถิติของฝ่ายแผนงานและสารสนเทศทางการศึกษา กองวิชาการ สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร, 2539) เหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกศึกษาประชากรกลุ่มนี้ก็คือ โรงเรียนประถมศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร มีลักษณะที่เป็นเอกพันธ์ (homogenous) กล่าวคือโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานครไม่มีความแตกต่างกันในด้านที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ อีกประการหนึ่งก็คือโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานครอยู่ในเขตที่เป็นศูนย์รวมทางวิชาการและมีบรรยากาศทางวิชาการซึ่งมีความหลากหลายที่คล้ายคลึงกัน

2. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตยานนาวา และสำนักงานเขตคลองสาน ปีการศึกษา 2539 จำนวน 600 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) ซึ่งมีสำนักงานเขตและขนาดโรงเรียน เป็นเกณฑ์ในแบ่งชั้น การกำหนดขนาดพหุติของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คำนวณโดยใช้สูตรของ Yamane (1970) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความไม่เปลี่ยนแปลงของสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มประชากร และเพื่อใช้ในการตรวจสอบความตรงข้ามกลุ่ม (cross validation) ของโมเดลลิสรวดด้วย

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 5 ฉบับ ดังนี้คือ

3.1 แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (M-ACH Test) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) ซึ่งครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 8 จุดประสงค์ ตามเอกสารหลักสูตร (แบบ ป.02) โดยแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าความยากโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.44 ค่าอำนาจจำแนกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 และความเที่ยงของแบบสอบที่คำนวณแบบ KR-20 เท่ากับ .813

3.2 แบบวัดเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ (M-ATT Test) เป็นแบบวัดเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทางตรงที่ แนวนอนไพลิน เย็นสุข (2537) สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทางตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการคำนวณค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ ซึ่งคำนวณแบบค่าความสอดคล้องภายในตามวิธี ALPHA มีค่าเท่ากับ 0.96

3.3 แบบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์ (M-APT Test) แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบวัดที่ กิตติพงษ์ ลิขิตบุญฤทธิ์ (2537) ได้สร้างขึ้นโดยใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมองตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple Factor Theory) ของเธอร์สตันเป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบวัดฉบับนี้ แบบวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับนี้ประกอบด้วยทดสอบย่อยจำนวน 10 ฉบับ ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 10 ฉบับเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกให้เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว การตรวจให้คะแนนสำหรับผู้เลือกคำตอบที่ถูกต้องจะได้รับคะแนน 1 คะแนน ส่วนผู้ที่เลือกคำตอบที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบจะได้รับคะแนน 0 คะแนน

3.4 แบบประเมินความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์โดยครูผู้สอน เป็นแบบประเมินที่ให้ครูผู้สอน ประเมินระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ในภาพรวมของนักเรียนเป็นรายบุคคล แบบประเมินมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่าแบบลิเคอร์ท 5 ระดับ คะแนนที่ได้จากแบบประเมินความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับนี้ นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบความตรงตามสภาพของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างคะแนนจากแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับคะแนนที่ได้จากแบบประเมินความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ .6054 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3.5 แบบประเมินเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยครูผู้สอน เป็นแบบประเมินที่ให้ครูผู้สอนประเมิน ระดับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในภาพรวมของนักเรียนเป็นรายบุคคล แบบประเมินมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่าแบบลิเคอร์ท 5 ระดับ คะแนนที่ได้จากแบบประเมินเจตคติฉบับนี้ นำมาใช้เป็นเกณฑ์ ในการตรวจสอบความตรงตามสภาพ ของแบบวัดเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างคะแนนจากแบบวัดเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ กับคะแนนที่ได้จากแบบประเมินเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ .5704 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

4. วิธีดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยดำเนินการวัดตัวแปรที่ต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงซึ่งได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติต่อคณิตศาสตร์เป็นจำนวน 3 ครั้ง คือการวัดครั้งที่ 1 หลังจากเปิดภาคเรียนประมาณ 2 สัปดาห์ การวัดครั้งที่ 2 ประมาณกลางภาคเรียนและวัดครั้งที่ 3 ก่อนสอบปลายภาคเรียนประมาณ 1 สัปดาห์ ส่วนการวัดตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง ซึ่งได้แก่ การวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ (Aptitude) วัดหลังจากเปิดภาคเรียนไปแล้วประมาณ 6 สัปดาห์ เมื่อทำการเก็บข้อมูลกับนักเรียนเสร็จสิ้นแล้ว จึงให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ประเมินความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เป็นอันดับสุดท้ายของการเก็บข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 9 ตอน แต่ในบทความฉบับนี้ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะในส่วนที่สำคัญ เพียง 3 ตอน ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหลือ สามารถศึกษาได้จากวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ของผู้วิจัย

อักษรย่อภาษาอังกฤษที่ใช้แทนชื่อตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝง ทั้งในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงและโมเดลโครงสร้าง

ตัวแปรสังเกตได้ (observed variable)

ACH1	คือ คะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
ACH2	คือ คะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2
ACH3	คือ คะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
ATT1	คือ คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
ATT2	คือ คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2

ATT3	คือ คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
NUMBER	คือ สเกลองค์ประกอบ ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านจำนวน
SPACE	คือ สเกลองค์ประกอบ ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านมิติสัมพันธ์
MEMO&RES	คือ สเกลองค์ประกอบ ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านความจำและเหตุผล

ตัวแปรแฝง (latent variable)

MACH1	คือ ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
MACH2	คือ ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2
MACH3	คือ ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
MATT1	คือ ตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
MATT2	คือ ตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2
MATT3	คือ ตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
INI1	คือ องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น (initial trait) ของตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ตัวบ่งชี้ตัวเดียว)
OVA1	คือ องค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงทั้งหมด (over all change) ของตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ตัวบ่งชี้ตัวเดียว)
INI2	คือ องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น (initial trait) ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ตัวบ่งชี้ตัวเดียว)
OVA2	คือ องค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงทั้งหมด (overall change) ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ตัวบ่งชี้ตัวเดียว)
MINI	คือ องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น (initial trait) ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้สองตัว
MOVA	คือ องค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงทั้งหมด (overall change) ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้สองตัว

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

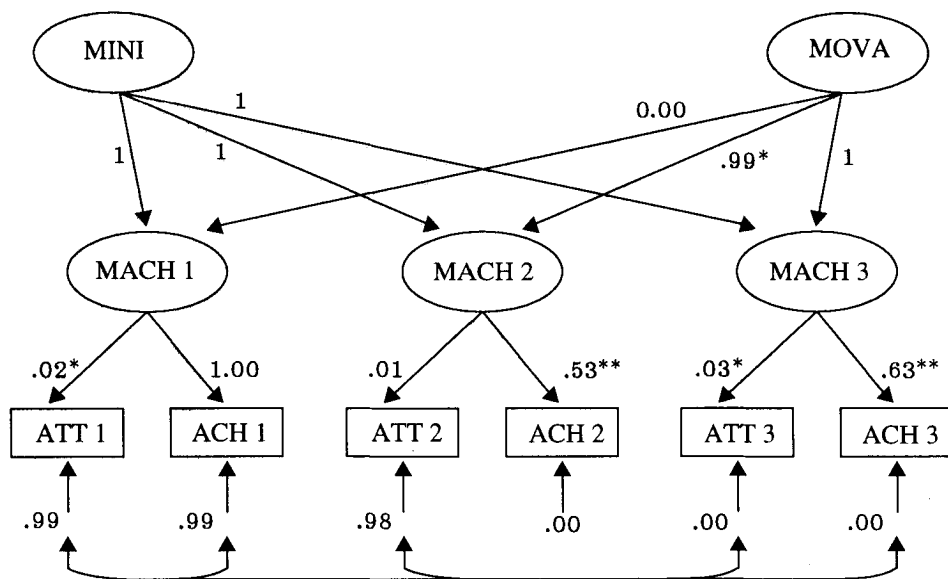
1.1 ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ เป็นการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง ของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 ผลการวิเคราะห์เป็นการรายงานค่าดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ซึ่งในบทความนี้จะนำเสนอเฉพาะโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์ องค์ประกอบระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลการวัดที่ 3) ซึ่งเป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพในการวัดการเปลี่ยนแปลงสูงสุด

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง ของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัวกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 10.47; $p=.11$ ที่ระดับองศาอิสระเท่ากับ 6 ดัชนี GFI เท่ากับ .99 ดัชนี AGFI เท่ากับ .96 ซึ่งแสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อนพบว่า ดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 15.82 แสดงว่าโมเดลยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่สูงเกินกว่าปกติ โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างไม่สมบูรณ์

เมื่อพิจารณาแผนภาพที่ 7 พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) บางค่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความเที่ยงของตัวแปรสังเกตได้ ATT₁, ATT₂ และ ATT₃ มีค่าต่ำมาก ในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลการวัดที่ 3)นี้ พหาวิเตอร์ที่อธิบายอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบจากตัวแปรแฝง MOVA ไปยังตัวแปรแฝง MACH₂ พหาวิเตอร์นี้ ปงชี้ถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝง ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน (MACH₁, MACH₂ และ MACH₃) มีค่าเท่ากับ .99 (SE=.08; $t=12.76$) ซึ่งเป็นค่าที่มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการประมาณพหาวิเตอร์บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลา (overall change) สามารถกล่าวได้ว่าตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดด้วยตัวบ่งชี้ด้านคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และตัวบ่งชี้ด้านคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมกรเรียนคณิตศาสตร์ มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเช่นกันโดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ .99



GOODNESS OF FIT STATISTICS

* $p < 0.5$ ** $p < 0.1$

CHI-SQUARE = 10.47 ; df = 6 ; $p = 0.11$

GFI = 0.99 , AGFI = 0.96, PGFI = 0.28, RMR = 15.82

R^2 (ATT1) = .01

R^2 (ACH1) = 1.00

R^2 (MACH1) = 1.00

R^2 (ATT2) = .01

R^2 (ACH2) = 1.00

R^2 (MACH2) = 1.00

R^2 (ATT3) = .03

R^2 (ACH3) = 1.00

R^2 (MACH3) = 1.00

แผนภาพที่ 7 โมเดลการวัดที่ 3: โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว

1.2 ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ เป็นการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง ของโมเดลอิสระกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลการวิเคราะห์เป็นการรายงานค่าดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ซึ่งในบทความนี้จะนำเสนอเฉพาะโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลง ในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว ซึ่งเป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสูงที่สุด

ผลการวิเคราะห์หัตถ์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลลิสม์เรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลลิสม์เรลที่ 3) กับข้อมูลเชิงประจักษ์ในครั้งนี้ ได้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH) และสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปร สังเกตได้คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ATT) ลงบนตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MACH) หรือ เมทริกซ์ LY ของโมเดลลิสม์เรลที่ 2 ให้มีค่าเท่ากับเมทริกซ์ LY ของโมเดลการวัดที่ 2 ผลการวิเคราะห์หัตถ์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 18.75 ; $p = .066$ ที่ระดับองศาอิสระเท่ากับ 11 ดัชนี GFI เท่ากับ .99 ดัชนี AGFI เท่ากับ .95 ซึ่งแสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือได้แก่ ดัชนี RMR เท่ากับ 11.31 ซึ่งมีค่าน้อยแสดงว่าโมเดลยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำนั้นย่อมแสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์สูง

ค่าความเที่ยงของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่วัดในครั้งที่ 1, 2 และ 3 (ACH1, ACH2 และ ACH3) มีค่าเท่ากับ .90, .76 และ .86 ตามลำดับซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ในขณะที่ตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 (ATT2, ATT2 และ ATT3) มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ต่ำมากโดยมีค่าเท่ากับ .01, .01 และ .03 ตามลำดับ กรณีดังกล่าวนี้เป็นผลมาจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ ด้านคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 1, 2 และ 3 (ACH1, ACH2 และ ACH3) และตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 (ATT2, ATT2 และ ATT3) มีค่าต่ำนั่นเอง ดังนั้นการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MACH) ด้วยตัวบ่งชี้ทั้งสองตัวจึงมีเพียงตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่านั้นที่เป็นตัวบ่งชี้ของตัวแปรแฝงดังกล่าว ส่วนตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น ถือได้ว่าไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ของห้วงค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แต่เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามที่ได้มีผู้เคยทำการศึกษาวิจัยไว้ ดังรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งผู้วิจัยได้เสนอไว้ในบทที่ 2 ส่วนค่าความเที่ยงของสเกลองค์ประกอบด้านจำนวนด้านมิติสัมพันธ์ และด้านความจำและเหตุผล พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) พบว่าสเกลองค์ประกอบทั้งสามด้านมีค่าความเที่ยง อยู่ในเกณฑ์ปานกลางโดยมีค่า R^2 เท่ากับ .65, .36 และ .35 ตามลำดับ ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงด้าน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ จาก MOVA ไปยัง MACH2 มีค่าเท่ากับ .99 (SE = .08 ; t = 12.76)

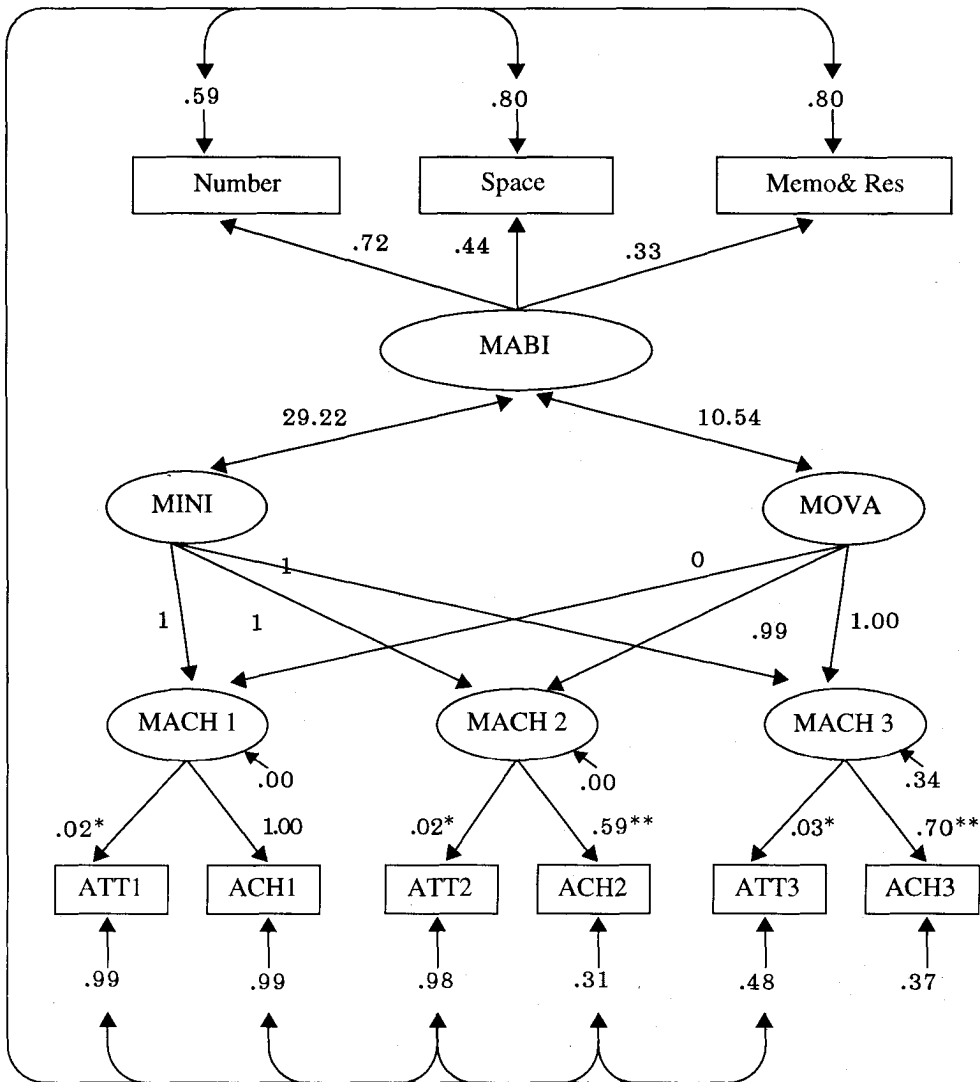
สิ่งที่น่าสนใจในโมเดลนี้ก็คือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝง ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ ในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MINI) และองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด ของตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MOVA) ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้สองตัว คือคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมกรเรียนคณิตศาสตร์ และคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง MINI กับ MABI และระหว่างตัวแปรแฝง MOVA กับ MABI มีค่าเท่ากับ .133 และ .063 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง

2.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง ประกอบด้วยเกณฑ์ 3 ประการ ประการแรกคือผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ประการที่สองคือผลการทดสอบดัชนีความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบที่วัดต่างช่วงเวลา และประการสุดท้าย คือผลการทดสอบดัชนีความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบ ที่วัดจากกลุ่มตัวอย่างคนละกลุ่ม ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดตามเกณฑ์ดังกล่าวในตารางที่ 1 สรุปได้ดังนี้

โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง ในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบในระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลการวัดที่ 2) และโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง ในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบในระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลการวัดที่ 3) ให้ประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวได้โดยในโมเดลการวัดที่ 2 พารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลง ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่วัดจากคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 1.00 (SE = .09 ; t = 11.34) ส่วนโมเดลการวัดที่ 3 พารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลง ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่วัดจากคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมกรเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .99 (SE = .08 ; t = 12.76) ในขณะที่โมเดลการวัดที่ 1 ไม่สามารถใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวนี้ได้ เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบใน



GOODNESS OF FIT STATISTICS

*p<0.5 **p<0.1

CHI-SQUARE = 18.75 ; df = 11 ; p = 0.066, RMR = 11.31

GFI = 0.99 , AGFI = 0.95,

COVAR (MINI,MABI) = 29.22, SE = 11.62

COVAR (MOVA,MABI) = 10.54, SE = 15.80

แผนภาพที่ 8 โมเดลการวัดที่ 3 : โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง

เงื่อนไขการเปรียบเทียบ	ค่าสถิติ Goodness of Fit	โมเดล ที่ 1	โมเดล ที่ 2	โมเดล ที่ 3
1. ดัชนีความสอดคล้องของโมเดล กับข้อมูลเชิงประจักษ์ในการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดล	χ^2 df p χ^2/df GFI AGFI RMR	12.20 6 .058 2.033 .99 .95 15.53	12.82 7 .077 1.831 .99 .96 22.88	10.47 6 .11 1.745 .99 .96 15.82
2. การทดสอบดัชนีความคงที่ของ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (stationarity of factor pattern across times) สมมติฐานของโมเดลที่ 1 และ 3 EQ LY 4 1 LY 5 2 LY 6 3 สมมติฐานของโมเดลที่ 2 EQ LY 4 4 LY 5 5 LY 6 6	χ^2 df p χ^2/df GFI AGFI RMR	130.99 8 .00 16.373 .89 .71 361	246.31 9 .00 27.367 .78 .49 189.89	45.61 8 .00 5.701 .96 .89 116.93
โมเดลการวัดที่ 1: $\Delta\chi^2_{UNEQ-EQ} = 118.79$, $df_{UNEQ-EQ} = 2$, ตาราง $\chi^2_2 = .103$ โมเดลการวัดที่ 2: $\Delta\chi^2_{UNEQ-EQ} = 233.49$, $df_{UNEQ-EQ} = 2$, ตาราง $\chi^2_2 = .103$ โมเดลการวัดที่ 3: $\Delta\chi^2_{UNEQ-EQ} = 35.14$, $df_{UNEQ-EQ} = 2$, ตาราง $\chi^2_2 = .103$				
3. การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยน ของแบบแผนองค์ประกอบที่วัด จากต่างกลุ่ม (invariance of factor pattern across groups)	χ^2 df p χ^2/df GFI AGFI RMR	93.99 12 .00 7.832 .91 .84 212.76	21.27 7 .0034 3.038 .98 .94 35.24	192.09 8 .00 24.011 .85 .60 182.30
โมเดลการวัดที่ 1: $\Delta\chi^2_{G2-G1} = 85.90$, $df_{G2-G1} = 7$, ตาราง $\chi^2_7 = 2.17$ โมเดลการวัดที่ 2: $\Delta\chi^2_{G2-G1} = 5.36$, $df_{G2-G1} = 12$, ตาราง $\chi^2_{12} = 5.23$ โมเดลการวัดที่ 3: $\Delta\chi^2_{G2-G1} = 176.85$, $df_{G2-G2} = 5$, ตาราง $\chi^2_5 = 1.61$				

ระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลการวัดที่ 2) และโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์หองค์ประกอบในระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลการวัดที่ 3) มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง ในรูปแบบพื้นฐานการวิเคราะห์หองค์ประกอบระยะยาว (โมเดลการวัดที่ 1)

1. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงตามเกณฑ์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) ของโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 2.033, 1.831 และ 1.745 ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าโมเดลการวัดที่ 3 มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด รองลงไปคือ โมเดลการวัดที่ 2 และ 1 ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือ (residual) หรือความคลาดเคลื่อน ได้แก่ ดัชนี RMR ของโมเดลการวัดที่ 1, 2, 3 มีค่าเท่ากับ 15.53, 22.88, 15.82 และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (largest standardize residual) ของโมเดลที่ 1, 2, 3 มีค่าเท่ากับ 2.80, 3.06, 2.87 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความคลาดเคลื่อนในโมเดลที่ 2 มีค่ามากที่สุด ในขณะที่โมเดลที่ 1 และ 3 มีความคลาดเคลื่อนในโมเดลใกล้เคียงกัน และต่ำกว่าโมเดลการวัดที่ 2 จากค่าดัชนีดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า โมเดลการวัดที่ 2 ซึ่งวัดหองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว จึงทำให้ค่าเศษเหลือ หรือความคลาดเคลื่อนในโมเดลมีสูงกว่าโมเดลการวัดที่ 1 และ 3 ซึ่งวัดหองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้สองตัว

2. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง เมื่อพิจารณาตามเงื่อนไขการทดสอบความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักหองค์ประกอบ ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผลต่างไค-สแควร์ ของโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 มีค่าสูงและมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ ของโมเดลที่ 1, 2, และ 3 ที่มีค่าเท่ากับ 16.373, 27.367 และ 5.701 ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าเกณฑ์ (2.00) ชี้ให้เห็นว่า ทั้งสามโมเดลไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่าแบบแผนน้ำหนักหองค์ประกอบ ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่มีความคงที่ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดด้วยตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่วัดในช่วงเวลาต่างกันมีการเปลี่ยนแปลงไปนั่นเอง ผลการทดสอบนี้สอดคล้องกับผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงในโมเดลการวัดที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.00 (SE = .09 ; t = 11.34) และโมเดลการวัดที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ .99 (SE = .08 ; t = 12.76) ในขณะที่โมเดลการวัดที่ 1 ไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวได้ ดังนั้น โมเดลการวัดที่ 2 และ 3 จึงมีประสิทธิภาพดีกว่าโมเดลการวัดที่ 1

3. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง เมื่อพิจารณาตามเงื่อนไขการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนองค์ประกอบที่วัดจากต่างกลุ่ม พบว่าผลต่างไค-สแควร์ ของโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 85.90, 5.36 และ 176.85 มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ของโมเดลที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 7.832, 3.038 และ 24.011 ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าเกณฑ์ แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั่นคือโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงไม่มีความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนองค์ประกอบที่วัดจากต่างกลุ่ม

จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง ในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลการวัดที่ 3) มีประสิทธิภาพดีกว่า โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลการวัดที่ 2) เพราะโมเดลการวัดที่ 3 มีความคลาดเคลื่อนในการวัดต่ำกว่าโมเดลการวัดที่ 2 อย่างไรก็ตามโมเดลการวัดที่ 2 และ 3 ก็ยังมีประสิทธิภาพดีกว่า โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง ในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว(โมเดลการวัดที่ 1) ทั้งนี้เพราะโมเดลการวัดที่ 1 ไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้ถึงแม้ว่าโมเดลการวัดที่ 1 จะมีความคลาดเคลื่อนในการวัดองค์ประกอบต่ำกว่าโมเดลการวัดที่ 2 ก็ตาม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโมเดลการวัดที่ 3 มีประสิทธิภาพในการวัดการเปลี่ยนแปลงดีที่สุด รองลงไปคือ โมเดลการวัดที่ 2 และโมเดลการวัดที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

2.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสรูปแบบ ที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง

เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสรูปแบบมี 2 ประการคือผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดล ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสรูปแบบ ตามเกณฑ์ดังกล่าวในตารางที่ 2 สรุปได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสรูปแบบตามเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า โมเดลลิสรูปแบบทั้งสามโมเดลลิสรูปแบบที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลลิสรูปแบบที่ 1) โมเดลลิสรูปแบบที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลลิสรูปแบบที่ 2) และโมเดลลิสรูปแบบที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลลิสรูปแบบที่ 3) มีความสอดคล้องกับ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลลิสเรล

เงื่อนไขการเปรียบเทียบ	ค่าสถิติ Goodness of fit	โมเดล ที่ 1	โมเดล ที่ 2	โมเดล ที่ 3
1. ดัชนีความสอดคล้องของโมเดล กับข้อมูลเชิงประจักษ์ในการ ประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดล	χ^2 df p χ^2/df GFI AGFI RMR	8.09 5 .15 1.618 .99 .95 7.38	24.39 18 .14 1.355 .98 .96 41.39	18.75 11 .066 1.704 .99 .95 11.31
2. การทดสอบดัชนีความไม่แปร เปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลง (ผลสัมฤทธิ์)กับตัวแปรแฝงภาย นอก(ความสามารถทางการเรียน คณิตศาสตร์)	χ^2 df p χ^2/df GFI AGFI RMR	81.45 7 .00 11.635 .95 .68 21.77	26.72 19 .11 1.406 .96 .91 43.08	19.81 12 .071 1.650 .99 .95 11.08
โมเดลลิสเรลที่ 1:	$\Delta\chi^2_{\text{UNEQ-EQ}} = 73.36$, df _{UNEQ-EQ} = 2	, ตาราง $\chi^2_2 = .103$	
โมเดลลิสเรลที่ 2:	$\Delta\chi^2_{\text{UNEQ-EQ}} = 2.33$, df _{UNEQ-EQ} = 1	, ตาราง $\chi^2_1 = .0039$	
โมเดลลิสเรลที่ 3:	$\Delta\chi^2_{\text{UNEQ-EQ}} = 1.06$, df _{UNEQ-EQ} = 1	, ตาราง $\chi^2_1 = .0039$	

ข้อมูลเชิงประจักษ์โดยค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ มีค่าเท่ากับ 1.618, 1.355 และ 1.704 ตามลำดับ และการที่ไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าไม่เกิน 2.00 ย่อมเป็นเครื่องยืนยันได้ว่า ทั้งสามโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาไค-สแควร์สัมพัทธ์ร่วมกับดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล กับข้อมูลเชิงประจักษ์อื่นๆ ได้แก่ ดัชนี GFI และดัชนี AGFI จะเห็นได้ว่า โมเดลลิสเรลที่ 3 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด รองลงไปคือโมเดลลิสเรลที่ 2 และโมเดลลิสเรลที่ 1 ตามลำดับ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว(โมเดลลิสเรลที่ 3) มีประสิทธิภาพ

สูงที่สุด รองลงไปคือ โมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลอิสระที่ 1) และโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลอิสระที่ 2) มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด

2. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลอิสระ ตามเกณฑ์การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรแฝงที่เปลี่ยนแปลง กับตัวแปรแฝงภายนอกที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง พบว่า โมเดลอิสระที่ 1 มีค่าไค-สแควร์เท่ากับ 81.45 ; $p=.00$; $df = 7$ โมเดลอิสระที่ 2 มีค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 26.72 ; $p=.11$; $df = 19$ โมเดลอิสระที่ 3 มีค่าไค-สแควร์เท่ากับ 19.81 ; $p =.071$; $df = 12$ เมื่อพิจารณาประกอบกับค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ของโมเดลอิสระทั้งสามพบว่า มีค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์เท่ากับ 11.635, 1.406 และ 1.650 ตามลำดับ แสดงว่าโมเดลอิสระที่ 2 และโมเดลอิสระที่ 3 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนโมเดลอิสระที่ 1 นั้นไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลการทดสอบดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงตามสมมุติในโมเดลอิสระที่ 2 และ 3 มีคุณสมบัติของความไม่แปรเปลี่ยน ส่วนโมเดลอิสระที่ 1 ไม่มีคุณสมบัติของความไม่แปรเปลี่ยน จึงกล่าวได้ว่า โมเดลอิสระที่ 2 และ 3 มีประสิทธิภาพที่สูงกว่าโมเดลอิสระที่ 1 เพราะสามารถทดสอบคุณสมบัติความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้

จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลอิสระด้วยเกณฑ์ทั้งสองเกณฑ์จึงสามารถสรุปได้ว่า โมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลอิสระที่ 3) มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะนอกเหนือไปจากการมีความคลาดเคลื่อนในโมเดลมีค่าต่ำที่สุดแล้ว ยังสามารถให้ผลการทดสอบที่แสดงว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความไม่แปรเปลี่ยนได้อีกด้วย รองลงไปคือ โมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลอิสระที่ 1) ถึงแม้ว่าจะให้ผลการทดสอบที่แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่มีความไม่แปรเปลี่ยน แต่มีความคลาดเคลื่อนในโมเดลต่ำใกล้เคียงกับโมเดลอิสระที่ 3 ส่วนโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลง ในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลอิสระที่ 2) ถึงแม้ว่าสามารถให้ผลการทดสอบที่แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความไม่แปรเปลี่ยนได้เช่นกัน แต่ความคลาดเคลื่อนในโมเดลมีค่าสูงที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

ข้อสรุปที่ค้นพบจากการวิจัยในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ทั้งสมมุติฐานด้านประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงและสมมุติฐานด้านโมเดลลิสเรล ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำมาอภิปรายได้ดังนี้

1. ในด้านประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงซึ่งพบว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลการวัดที่ 3) และโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลการวัดที่ 1) มีความคลาดเคลื่อนในโมเดลต่ำ ทั้งนี้เพราะโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสองโมเดลวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้สองตัว ในขณะที่โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้เพียงตัวเดียว (โมเดลการวัดที่ 2) วัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวจึงมีความคลาดเคลื่อนในโมเดลสูงกว่าโมเดลการวัดที่ 1 และโมเดลการวัดที่ 3 ด้วย อย่างไรก็ตามโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง ในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลการวัดที่ 2) ก็ยังมีคุณค่าในการใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝง ทั้งนี้เพราะโมเดลการวัดที่ 2 สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้ซึ่งสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้โดยตรง (Meredith & Tisak, 1993) ในขณะที่โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงที่ 1 สามารถบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้แต่เพียงว่าแบบแผนน้ำหนักขององค์ประกอบของตัวแปรแฝงที่วัดต่างช่วงเวลากันมีความแตกต่างกันเท่านั้น ไม่สามารถระบุอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้ ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงโมเดลการวัดที่ 2 จึงมีประสิทธิภาพสูงกว่าโมเดลการวัดที่ 1 ถึงแม้ว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลจะมีค่าสูงก็ตาม

2. ในด้านประสิทธิภาพของโมเดลลิสเรล ที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงซึ่งพบว่า โมเดลลิสเรลที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลลิสเรลที่ 3) มีความคลาดเคลื่อนในโมเดลต่ำใกล้เคียงกับโมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลลิสเรลที่ 1) เนื่องจากทั้งโมเดลลิสเรลที่ 1 และโมเดลลิสเรลที่ 3 เป็นโมเดลที่วัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว ในขณะที่โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลง ในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลลิสเรลที่ 2) วัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้เพียงหนึ่งตัวเท่านั้น จึงทำให้ความคลาดเคลื่อนในโมเดลมีค่าสูง จากผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์พบว่า โมเดลลิสเรลที่ 2 มีความคลาดเคลื่อนในโมเดลสูงที่สุด ดังนั้นผลการวิจัยดังกล่าวจึงยังคงสนับสนุนแนวคิดในการวัดคุณลักษณะทางจิตวิทยาที่ว่า

การวัดคุณลักษณะทางจิตวิทยาด้วยตัวบ่งชี้หลาย ๆ ตัว จะมีผลให้การวัดคุณลักษณะดังกล่าว มีความเที่ยงในการวัดสูงกว่าการวัดด้วยตัวบ่งชี้เพียงตัวเดียว (Bollen, 1989; Joreskog & Sorbom, 1989 ; Tisak & Meredith, 1993 ; Raykov, 1994 ; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538) อย่างไรก็ตามในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดองค์ประกอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ด้วยคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์เพียง 2 ตัวบ่งชี้เท่านั้นหากมีการเพิ่มตัวบ่งชี้ในการวัดองค์ประกอบมากขึ้น จะทำให้โมเดลที่ใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงมีความซับซ้อนมากขึ้น จึงควรมีการศึกษาต่อไปว่าทั้งโมเดลการวัดที่ 3 และโมเดลลิสรลที่ 3 ยังคงมีประสิทธิภาพสูงสุดหรือไม่ อย่างไร นอกจากนี้ในการวิจัยครั้งนี้ ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เพียงตัวเดียว ซึ่งในสภาพความเป็นจริงนั้น มีตัวแปรที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อีกหลายตัว จึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจว่าถ้ามีการเพิ่มตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นแล้ว ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสรล ยังคงให้ผลที่ตรงกับการวิจัยนี้หรือไม่ อย่างไร

3. ผลการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่วัดด้วยคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งวัดในช่วงเวลาต่างกันโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสามโมเดล พบว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสามโมเดล ให้ผลการทดสอบสมมุติฐาน เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงที่แสดงว่า ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น สิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งก็คือ ผลการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบ ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่วัดด้วยคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งวัดในช่วงเวลาต่างกันโมเดลการวัดที่ 2 และโมเดลการวัดที่ 3 มีความสอดคล้องกับผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝง ซึ่งเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝง สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้

4. จากผลการตรวจสอบความตรงข้ามกลุ่ม (cross validation) พบว่าโมเดลลิสรลทุกโมเดลไม่มีความตรงข้ามกลุ่ม สามารถอธิบายได้ว่า เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มที่ได้ดำเนินการแบ่งไว้ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีลักษณะที่ไม่สามารถเทียบเคียงกันได้ (uncomparable) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าสถิติเบื้องต้น ของตัวแปรสังเกตได้ทั้งสองกลุ่มจะเห็นได้ว่า ตัวแปรบางตัวมีลักษณะการแจกแจงที่ไม่เหมือนกันเช่น ตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นต้น การที่กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีลักษณะที่ไม่สามารถเทียบเคียงกันได้นี้ อาจเกิดจากผลกระทบอันเนื่องจากการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย นั่นเอง เหตุผลอีกประการหนึ่งที่ทำให้โมเดลลิสรลทั้ง 3

แบบไม่มีความตรงข้ามกลุ่ม อาจเนื่องมาจาก กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้แบ่งไว้มีขนาดเล็ก ในขณะที่โมเดลมีค่าพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณจำนวนมาก ซึ่ง Cudeck และ Brown (1983 อ้างถึงใน Bollen, 1989) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการวิเคราะห์ความตรงข้ามกลุ่มว่าในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก โมเดลมีแนวโน้มจะมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ถ้าพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าในโมเดลมีจำนวนน้อย แต่ถ้าในโมเดลมีพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าจำนวนมาก จำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ โมเดลจึงมีแนวโน้มที่จะมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากขึ้น

5. เมื่อพิจารณาดัชนีความสอดคล้องของโมเดล กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งในโมเดลการวัดและโมเดลลิสเรลจะพบว่า โมเดลยังมีความคลาดเคลื่อนสูงโดยพิจารณาได้จากดัชนี RMR ที่ยังมีค่าเกิน 2.00 ในขณะที่ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ตัวอื่นได้แก่ไค-สแควร์, ดัชนี GFI และดัชนี AGFI บ่งชี้ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล ในขณะที่โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มีค่าสูง โมเดลจึงยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างสมบูรณ์ การที่ผู้วิจัยยอมรับผลการวิเคราะห์ ดังกล่าว เนื่องจากไม่สามารถปรับโมเดลได้อีกต่อไป เนื่องจากความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ ถูกปรับให้มีความสัมพันธ์กันได้จนอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำแล้ว การปรับโมเดลต่อไปจะต้องปรับที่เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ K บน X (Lambda-X: LX) หรือเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ E บน Y (Lambda-Y: LY) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงตามการวัดตัวแปรสังเกตได้

6. เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R-square) พบว่าตัวแปรสังเกตได้บางตัวมีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เท่ากับ 1.00 ซึ่งค่าดังกล่าวมีใช้ค่าที่ได้จากการประมาณค่าที่แท้จริง การที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรล คำนวณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ ตัวแปรนั้นๆ ได้ค่าประมาณเกิน 1.00 ซึ่งไม่ตรงกับสภาพที่ควรจะเป็นในการประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวจึงต้องกำหนดให้พารามิเตอร์ดังกล่าว เป็นพารามิเตอร์กำหนด (fix parameter) ซึ่งมีผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของตัวแปรดังกล่าว นั้น มีค่าเท่ากับ 1.00

7. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยครั้งแรกที่ศึกษาโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวและโมเดลลิสเรลที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ผลการวิจัยที่สรุปได้แม้ว่าจะเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้ แต่ในด้าน การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลตามเกณฑ์การเปรียบเทียบความตรงข้ามกลุ่ม ยังไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน การที่ได้ผลการวิจัยดังกล่าวอาจเนื่องมาจากลักษณะของโมเดล ตามที่ได้อภิปรายข้างต้นแล้ว ยังอาจเป็นผลเนื่องมาจากลักษณะของข้อมูลที่ใช้การวิจัยครั้งนี้ กล่าวคือ ผู้วิจัยวัดคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรม

เรียนคณิตศาสตร์แบบทางตรง และรวบรวมข้อมูลโดยการเก็บรวบรวมข้อมูล 3 ครั้ง ในช่วงระยะเวลาห่างกัน 1 เดือน ความจำกัดในช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูล อาจมีผลทำให้นักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลงในด้านเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เพียงพอที่จะตรวจสอบได้ ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ควรทิ้งระยะเวลาระหว่างการรวบรวมข้อมูลแต่ละครั้งให้นานขึ้นกว่าการวิจัยครั้งนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวคิด ในการวัดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบระยะยาว (longitudinal study) โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตัวแปรที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลง โดยการวัดซ้ำสามครั้งตามแนวคิดของ Raykov (1994) ที่ได้เสนอไว้ว่าในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการ (growth) ขององค์ประกอบควรดำเนินการวัดตัวแปรดังกล่าวอย่างน้อยสามครั้ง เพื่อสามารถแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการขององค์ประกอบได้ชัดเจนขึ้น แต่ในการศึกษาวิจัยจริง มีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาในการเก็บข้อมูล ซึ่งสามารถกำหนดระยะห่างของการวัดตัวแปรที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลง ได้เพียง 1 เดือนเท่านั้นซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นระยะเวลาที่สั้นเกินไปที่จะแสดงให้เห็นได้ว่าองค์ประกอบมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเพื่อพิสูจน์ และตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดล ที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบ และโมเดลที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบเป็นหลัก ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในครั้งนี้ จึงเป็นกรณีตัวอย่างของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว เพื่อการพิสูจน์โมเดลที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการมุ่งอธิบายการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบ ดังนั้นในการนำผลการวิจัยในส่วนที่เป็นของการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบที่ศึกษา ไปใช้ในการอ้างอิงจึงควรตระหนักว่า การวิจัยนี้มุ่งผลการพิสูจน์โมเดลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการมุ่งอธิบายการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ปัญหาที่ผู้วิจัยพบในการทำวิจัยด้วยการเก็บข้อมูลในระยะยาว (longitudinal data) ก็คือ การขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่างขณะอยู่ในช่วงทำการเก็บข้อมูล ซึ่งมีผลให้ข้อมูลขาดความสมบูรณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยไม่คำนึงถึงการขาดหายไปของข้อมูล อาจทำให้มีความคลาดเคลื่อน ปัญหาดังกล่าวนี้นี้ McArdle และ Hamagami ได้เสนอบทความเรื่อง 'Modeling incomplete and cross-sectional data using Latent Growth Structural Model' (McArdle & Hamagami, 1991) ซึ่งเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในระยะยาวที่คำนึงถึงการขาดหายไปของข้อมูลในระหว่างดำเนินการวิจัย

2. ในการวิจัยครั้งนี้มีความจำกัดในเรื่องของระยะเวลาในการเก็บข้อมูลซึ่งกำหนดระยะห่างในการวัดตัวแปรแต่ละครั้งเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ และดำเนินการเก็บข้อมูลเพียงสามครั้งเท่านั้นในขณะที่การศึกษาของRaykov(1994)ดำเนินการเก็บข้อมูลถึงสี่ครั้งและระยะห่างในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งเป็นเวลาหนึ่งปี ดังนั้นผลการวิจัยครั้งนี้จึงอาจทำให้แบบแผนการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรไม่มีความชัดเจนเท่าใดนัก การทำวิจัยในครั้งต่อไป จึงควรเพิ่มระยะห่างในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง และควรเพิ่มจำนวนครั้งอย่างน้อยสี่ครั้ง เพื่อให้มองเห็นแบบแผนการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนขึ้น

3. ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงเพียงตัวเดียวซึ่งในความเป็นจริงแล้วยังมีตัวแปรที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อีกมาก ดังนั้นจึงควรเพิ่มตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในโมเดลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสมวลว่ายังคงให้ผลสอดคล้องกับการวิจัยครั้งนี้หรือไม่ นอกจากนี้ Raykov (1994) ได้เสนอว่าการวัดตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงเพียงครั้งเดียวไม่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการ (growth) ของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นประเด็นที่น่าสนใจที่ควรได้รับการศึกษาในครั้งต่อไปก็คือการศึกษาวิจัยที่ทำการวัดตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงนี้หลาย ๆ ครั้งนั่นเอง

4. การวิจัยครั้งนี้ยังไม่สามารถยืนยันประสิทธิภาพของโมเดลลิสมวล ในด้านการตรวจสอบความตรงข้ามกลุ่ม ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยต่อไปโดยนำโมเดลลิสมวลทั้งสามแบบนี้ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ต่างกัน เพื่อตรวจสอบความตรงข้ามกลุ่มอีกครั้งหนึ่ง และเมื่อได้โมเดลที่มีความตรงข้ามกลุ่มแล้วควรมีการศึกษาวิจัยต่อไป โดยการประมาณค่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงจากโมเดล รวมทั้งการตรวจสอบความเที่ยงความตรงและความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณคะแนนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวด้วย

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- กิตติพงษ์ ลิขิตบุญฤทธิ์. (2537). *การวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบความถนัดที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดอุดรธานี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2538). *ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง (LISREL): สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2538). *วิธีวิทยาขั้นสูงด้านการวิจัยและสถิติ. วิธีวิทยาการวิจัย*. 7 (กรกฎาคม-ธันวาคม).

- แหวนไพลิน เย็นสุข. (2537). *การพัฒนาแบบวัดเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผล*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรุณี อ่อนสวัสดิ์. (2537). *การวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้*. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Alwin, D.F. & Jackson, D.J. (1980). Measurement models for response errors in surveys : Issues and applications. In Karl F. Schuessler(ed.), *Sociological Methodology* (pp.68-119). San Francisco: Jossey-Bass.
- Bollen, K.A. (1989). *Structural Equations with Latent Variables*. New York : Wiley.
- Browne, M.W. & DeToit, S.H.C. (1991). Models for learning data. In L.M. Collins & J.L Horn (Eds.). *Best Methods for the Analysis of Change* (pp.47-68). Washington DC : American Psychological Association.
- Collins, L.M. & Horn, J.L.(Eds.). (1992). *Best Methods for the Analysis of Change*. Washington DC : American Psychological Association.
- Eye, A.V.(1990). *Statistical Methods in Longitudinal Research Volume I*. San Diego, CA: Academic Press, Inc.
- Gottman, J.M. & Rushe, R.H. (1993). The analysis of change : Issues, fallacies, and new ideas. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 61 : 907-910.
- Hoyle, R.H. & Smith, G.T. (1994). Formulating clinical research hypotheses as structural equation model : A conceptual overview. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 67 : 429-440.
- Joreskog, K.G. & Sorborn. (1989). *LISREL 7 User's Reference Guide*. Mooresville, IN: Scientific Software, Inc.
- Magnusson, D. et al.(Eds.) (1991). *Problems and Methods in Longitudinal Research : Stability and Change*. Cambridge : University Press.
- McArdle, J.J. & Aber, M.S. (1990). Pattern of change within latent variable structural equation models. *Statistical Methods in Longitudinal Research Volume I* (pp.151-224). San Diego, CA : Academic Press, Inc.
- McArdle, J.J & Epstein, D. (1987). Latent growth curves within development structural equation models. *Child Development*, 58 : 110-133.

- McArdle, J.J. & Anderson, E. (1990). Latent variable growth model for research on aging. In J.E. Birren & K.W. Schaie (Eds.) *Handbook of the Psychology of Aging* (3rd ed.; pp.21-44). New York : Academic Press.
- McArdle, J.J. & Hamagami. (1991). Modeling incomplete longitudinal and cross-sectional data using latent growth structural model. In L.M. Collins & J.L. Horn (Eds.) *Best Methods for the Analysis of Change* (pp.276-304). Washington DC : American Psychological Association.
- Meredith, W. (1991). Latent variable models for studying differences and change. In L.M. Collins & J.L. Horn (Eds.) *Best Methods for the Analysis of Change* (pp.149-163). Washington, DC : American Psychological Association.
- Meredith, W. & Tisak, J. (1990). Latent curve analysis. *Psychometrika*, 55 : 107-122.
- Molenaar, P.C., De Gooijer, J.G. & Schmitz, B. (1992). Dynamic factor analysis of nonstationary multivariate time series. *Psychometrika*, 57 : 333-349.
- Muthen, B. (1991). Analysis of longitudinal data using latent variable models with varying parameters. In L.M. Collins & J.L. Horn (Eds.) *Best Methods for the Analysis of Change* (pp.1-17). Washington DC : American Psychological Association.
- Pike, G.R. (1991). Using structural equation models with latent variables to study student growth and development. *Research in Higher Education*, 32 : 499-523.
- Raykov, T. (1993). A structural equation model for measuring residualized change and discerning patterns of growth or decline. *Applied Psychological Measurement*, 17 : 53-71.
- Raykov, T. (1994). Studying correlates and predictors of longitudinal change using structural equation modeling. *Applied Psychological Measurement*, 18 : 63-77.
- Rogosa, D. & Willett, J.B. (1985). Understanding correlates of change by modeling individual differences in growth. *Psychometrika*, 50 : 203-228.
- Rogosa, D.R., Brandt, D. & Zimowski, M. (1982). A growth curve approach to the measure of change. *Psychological Bulletin*, 92 : 726-748.
- Rovine, M.J. & Eye, A.V. (1991). *Applied Computational Statistics in Longitudinal Research*. San Diego, CA: Academic Press, Inc.
- Stoolmiller, M., Duncan, T.E., Bank, L. & Patterson, G.R. (1993). Some problems and solutions in the study of change : Significant patterns in client resistance. *Journal of Clinical and Consulting Psychology*, 61 : 920-928.

- Stoolmiller, M., Duncan, T.E., , Duncan, S.C.,(1994). Modeling development processes using latent growth structural equation methodology. *Applied Psychological Measurement*, 18 : 343-354.
- Tisak, J. & Meredith, W.(1990). Longitudinal factor analysis. In A. von Eye (Ed.), *Statistical Methods in Longitudinal Research Volume I* (pp.125-150). San Diego, CA : Academic Press, Inc.
- Tisak, J. & Meredith, W.(1990). Descriptive and associative developmental model. In A. von Eye (Ed.) , *Statistical Methods in Longitudinal Research Volume II* (pp.387-406). San Diego, CA: Academic Press Inc.
- Tisak, J & Meredith, W.(1989). Exploratory longitudinal factor analysis in multiple populations. *Psychometrika*, 54 : 261-281.
- Willett, J. B. (1994). Measuring change more effectively by model individual change over time. In T. Husen & T.N. Postlethwaite(Eds.). *The International Encyclopedia of Education (2ed.)*. Elmsford, NY. Pergamon Press.
- Willett, J.B. & Sayer, A.G. (1994). Using covariance structure analysis to detect correlates and predictors of individual change over time. *Psychological Bulletin*, 116 : 363-381.
- Woodruff, D. & Houston, M. (1994). Growth rate reliability in longitudinal measurement. *Educational and Psychological Measurement*, 54 : 897-902.
- Zimmerman, D.W. & Williams, R.H. (1982). The relative error magnitude in three measures of change. *Psychometrika*, 47 : 141-147.

JOURNAL OF RESEARCH METHODOLOGY

Volume 11, Number 1 January - June 1998

AUTHORS

- Thomas J. Scott, Ph.D.** *Professor, College of Education and Human Development
University of Minnesota, U.S.A.*
- Sirichai Kanjanawasee, Ph.D.** *Associate Professor, Faculty of Education
Chulalongkorn University*
- Danai Theanphut, M.Ed.** *Manager, DNT Consultants Co., Ltd.*
- Prasit Chaiyakan, M.Ed.** *Graduate of Master of Education in Educational Research
Faculty of Education, Chulalongkorn University*

วารสารวิธีวิทยาการวิจัย

ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2541

ผู้เขียน

Thomas J. Scott, Ph.D.

ศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์และพัฒนามนุษย์
มหาวิทยาลัยมิเนโซตา สหรัฐอเมริกา

ศิริชัย กาญจนวาสี, Ph.D.

รองศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

दनัย เทียนพุด, คม.

ผู้จัดการบริษัท ดีเอ็นที คอนซัลแตนท์ จำกัด

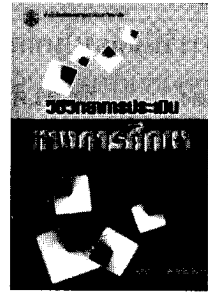
ประสิทธิ์ ไชยกาล, คม.

มหาบัณฑิตทางการวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แนะนำหนังสือ

วิธีวิทยาการประเมินทางการศึกษา ฉบับพิมพ์ครั้งที่ ๓ พ.ศ. ๒๕๔๑

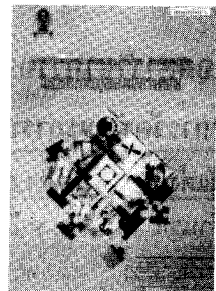
ผู้แต่ง ศ.ดร.สมหวัง พิธิยานุวัฒน์
ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ราคา ๑๖๐ บาท ๓๖๔ หน้า
จัดพิมพ์โดย สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
จำหน่ายที่ ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



วิธีวิทยาการประเมินทางการศึกษาเป็นศาสตร์ใหม่ที่มีบทบาท ในการพัฒนางาน และพัฒนาคน ตลอดจนสร้างสรรคองค์กร และสร้างสรรคสังคมที่มีคุณภาพ ตำราเล่มนี้เป็นการประมวลองค์ความรู้ทางด้าน การประเมินที่มีความสมบูรณ์มากที่สุดเล่มหนึ่ง ประกอบด้วย การนำเสนอวิธีวิทยาการประเมินในภาพรวม กระบวน-ทัศน์การประเมินแบบต่างๆ เช่น การประเมินตามวัตถุประสงค์ การประเมินเพื่อการจัดการ การประเมินตนเอง การประเมินผลิตภัณฑ์ การประเมินเชิงธรรมชาติและแบบมีส่วนร่วม การวิเคราะห์เปรียบเทียบกระบวนทัศน์ การ ประเมินให้ทราบถึงจุดเด่น/จุดด้อยของแต่ละกระบวนทัศน์ และการเสนอผลงานวิจัยด้านวิธีวิทยาการประเมินทางการศึกษา สารของตำราเหมาะสำหรับ นักศึกษา นักวิจัย นักประเมิน และนักทฤษฎีการประเมิน ที่จะใช้ประโยชน์ในการทำการวิจัย เชิงประเมิน และการศึกษา ค้นคว้า พัฒนาวิธีวิทยาการประเมินให้มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS/PC+ สำหรับงานวิจัย : การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย (พิมพ์ครั้งที่ ๓)

ผู้แต่ง รศ.ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี, ผศ.ดร.สุวิมล ติรกาพันธ์,
ผศ.ดร.ศิริเดช สุชีวะ พ.ศ. ๒๕๔๐
จำนวน ๑๗๓ หน้า ราคา ๑๕๐ บาท
จำหน่ายที่ ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หนังสือเล่มนี้จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถอ่านผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมสถิติ และแปลผลได้อย่างแม่นยำและถูกต้อง

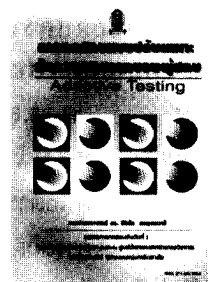
จุดสารของศูนย์ทดสอบทางการศึกษาคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุดสารวิชาการของศูนย์ทดสอบทางการศึกษา อันดับ ๑

“การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ”

(ADAPTIVE TESTING)

ผู้แต่ง รศ.ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี, พ.ศ. ๒๕๓๘.
จำนวน ๒๖ หน้า ราคา ๓๕ บาท
จำหน่ายที่ ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ



แนวคิดและแนวทางของการทดสอบในอนาคตแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง

จุลสารวิชาการของศูนย์ทดสอบทางการศึกษา อันดับ ๒

“การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน” (MISCONCEPTIONS DIAGNOSIS)

ผู้แต่ง ผศ.ดร.ศิริเดช สุชีวะ, พ.ศ. ๒๕๓๘.

จำนวน ๓๙ หน้า ราคา ๓๕ บาท

จำหน่ายที่ ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แนวคิดใหม่ทางการประเมินเพื่อทราบถึงแบบการคิดและข้อบกพร่องของตนเองอย่างชัดเจนอันเป็นการเสริมคุณค่าของการประเมินความก้าวหน้า



จุลสารวิชาการของศูนย์ทดสอบทางการศึกษา อันดับ ๓

“การทดสอบความสามารถทางภาษา” (LANGUAGE TESTING)

ผู้แต่ง รศ.ดร.สุมิตรา อังวัฒนะกุล, พ.ศ. ๒๕๓๙.

จำนวน ๓๖ หน้า ราคา ๓๕ บาท

จำหน่ายที่ ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แนวทางการทดสอบ การสร้างและการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบและแบบสอบความสามารถทางภาษาอังกฤษ



จุลสารวิชาการของศูนย์ทดสอบทางการศึกษา อันดับ ๔

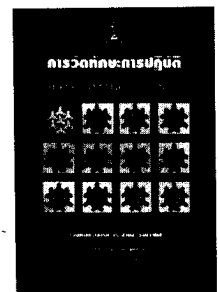
“การวัดทักษะการปฏิบัติ” (PERFORMANCE TESTING)

ผู้แต่ง รศ.ดร.สุวิมล ว่องวานิช, พ.ศ. ๒๕๓๙.

จำนวน ๓๙ หน้า ราคา ๓๕ บาท

จำหน่ายที่ ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวัดพฤติกรรมความสามารถของการปฏิบัติด้านกระบวนการและคุณภาพของผลงานที่ออกมา อันเป็นประโยชน์ต่อการสอนและการพัฒนาทักษะของผู้เรียน



จุลสารวิชาการของศูนย์ทดสอบทางการศึกษา อันดับ ๕

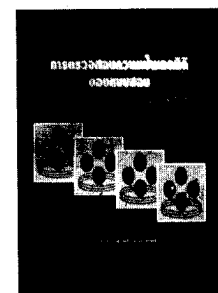
“การตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบ” (EXAMINING THE UNIDIMENSIONALITY OF TEST)

ผู้แต่ง ผศ.ดร.สุวิมล ติรพานันท์, พ.ศ. ๒๕๓๙.

จำนวน ๓๙ หน้า ราคา ๓๕ บาท

จำหน่ายที่ ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เทคนิคทางสถิติที่จะช่วยนักวัดผลให้สามารถพิจารณาถึงคุณลักษณะที่แบบสอบมุ่งวัดว่ามีคุณลักษณะเด่นเพียงมิติเดียว อันเป็นสารสนเทศสำคัญสำหรับการตัดสินใจเลือกใช้โมเดลการทดสอบ



วิธีวิทยาการวิจัย

Journal of Research Methodology

เนื้อเรื่อง ก้าวนำวิชาการ

นักเรียน ฝีมือได้รับความเชื่อถือ

จุดมุ่งหมาย เผยแพร่ความรู้ความก้าวหน้าทางวิธี
วิทยาการวิจัย ด้านการวิจัยสถิติ และการ
วัดและการประเมิน ตลอดจนผลวิจัยคัด
สรรทางการศึกษาและสังคมศาสตร์

วิธีวิทยาการวิจัย เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ได้รับ
ความสนใจเป็นอันมากในปัจจุบัน ภาควิชาวิจัยการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณา
เห็นความสำคัญของศาสตร์แขนงนี้ จึงได้จัดทำวารสาร
เพื่อเผยแพร่ให้นักวิชาการ อาจารย์ ครู ที่รักความ
ก้าวหน้า ได้ติดตามวิชาการด้านนี้อย่างกระชั้นชิด

วารสารวิธีวิทยาการวิจัย ก้าวนำปีที่ 11 (พ.ศ. 2541) ด้วยความหวังและด้วยความมั่นใจในคุณภาพของผล
งาน ขณะนี้กำลังเปิดรับสมัครสมาชิกใหม่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- | | |
|-------------------------------|--|
| สมัครเป็นสมาชิกหนึ่งปี | ค่าสมาชิก 120 บาท |
| สมัครเป็นสมาชิกสองปีติดต่อกัน | ค่าสมาชิก 200 บาท |
| สมัครเป็นสมาชิกสี่ปีติดต่อกัน | ค่าสมาชิก 380 บาท |
| จำหน่ายปลีกเล่มละ 60 บาท | กำหนดออกปีละ 2 เล่ม (มกราคม และ กรกฎาคม) |

จ่ายเช็ค ธนาณัติ ตัวแลกเงิน สั่งจ่าย ปณ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในนาม คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย กทม. 10330 โทรศัพท์ 2182581, 2182578 โทรสาร 2182578

บรรณาธิการผู้ริเริ่มและบรรณาธิการปัจจุบัน : ศาสตราจารย์ ดร.สมหวัง พิธิยานุวัฒน์

ใบสมัครเป็นสมาชิกวารสารวิธีวิทยาการวิจัย

สมัครเป็นสมาชิก.....ปีที่..... (พ.ศ.-.....)

ชื่อ-นามสกุล/หน่วยงาน

ที่อยู่ ที่บ้าน

ถนน แขวง/ตำบล เขต/อำเภอ

จังหวัด รหัสไปรษณีย์ โทรศัพท์

สถานที่ทำงาน

ถนน แขวง/ตำบล เขต/อำเภอ

จังหวัด รหัสไปรษณีย์ โทรศัพท์

ลงชื่อ

ท่านประสงค์จะให้ส่งวารสารไป

ที่บ้าน

ที่ทำงาน

