

2013. 7. 23. 육아지원학회 연구모임



다층모형의 이해와 적용

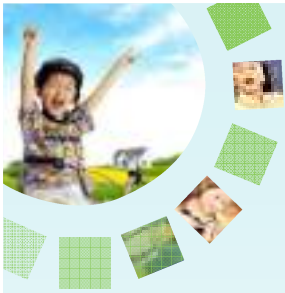
송미영, 임연정



Contents

[1부] 다층분석의 기초

[2부] 다층분석의 적용



Contents 1

[1부] 다층분석의 기초

1 다층자료의 개념

2 다층모형의 필요성

3 2, 3수준 다층모형



다층자료의 개념과 다층모형의 필요성





다층자료란?

- 위계적 구조: 학생 < 학급 < 학교 < 교육청
- 같은 집단내 학생들은 종속적인 반면,
다른 집단의 학생들과는 독립적

←학급 또는 학교 표집

←집단 대상의 실험/처치



다층자료의 예시

- **학교 효과에 관련된 연구**
 - 학생 - 학교 2층 구조
 - Or 학생 - 학급 - 학교 3층 구조
- **국제비교 연구자료**
 - 개인 - 국가 2층 구조
- **반복 측정 자료**
 - 시점 - 개인 2층 구조
 - 시점 - 개인 - 집단 3층 구조



다층자료의 예시

교육청

Level 3

Level 3

Level 3

학교

Level 2

Level 2

Level 2

Level 2

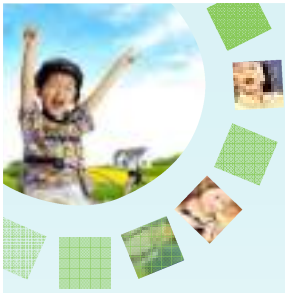
Level 2

학생

Level 1

... ..

Level 1



다층자료를 위한 통계 모형

- 수집된 자료의 구조적 특성 이해 필요
 - (예) 학생의 학업성취에 대한 학교정책의 영향
 - ✓ 독립변수: 학교정책 – 학교 수준
 - ✓ 종속변수: 학생의 학업성취 – 학생 수준
 - 전통적 모형(예: 회귀분석)을 적용하면,
자료의 위계적 구조로 인해 분석 결과는 타당성을 잃음
 - 다층 모형(multilevel model)의 적용



분석의 단위(unit of analysis)

- 전통적인 모형은 본질적으로 단층자료 분석을 위해 고안됨. 전통적인 모형으로 다층 자료를 분석하는 경우,

1. **학생 수준의 분석:** 분석 단위의 독립성 가정 위배

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1(SES)_{ij} + \beta_2(Rural)_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad \langle \text{식1} \rangle$$

2. **학교 수준의 분석:** 작은 표본의 문제

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1(MSES)_j + \beta_2(Rural)_j + \varepsilon_j \quad \langle \text{식2} \rangle$$

- 분석의 단위 선택보다는 다층자료의 내재적 구조를 반영하는 정확한 통계 모형을 적용



회귀계수의 변동

- <식1>에서 회귀계수는 고정효과 모수,
 - 독립변수가 종속변수에 미치는 영향의 크기는 학교(집단)에 관계없이 일정함: 비현실적
- <식1>에서 학생 수준 변수만을 사용하여 각 학교마다 개별적인 회귀모형

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(SES - MSES_j)_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad \langle \text{식3} \rangle$$

β_{0j} : j 번째 학교의 평균

β_{1j} : j 번째 학교에서 SES 의 효과



각 층위에서의 분산/상호작용

- 집단 변수와 개인 변수들이 모두 연구 문제에 관련되는 경우, 각 층위에서의 분산을 밝혀야 함

(예) 학생의 학업성취에 주는 학교정책의 영향

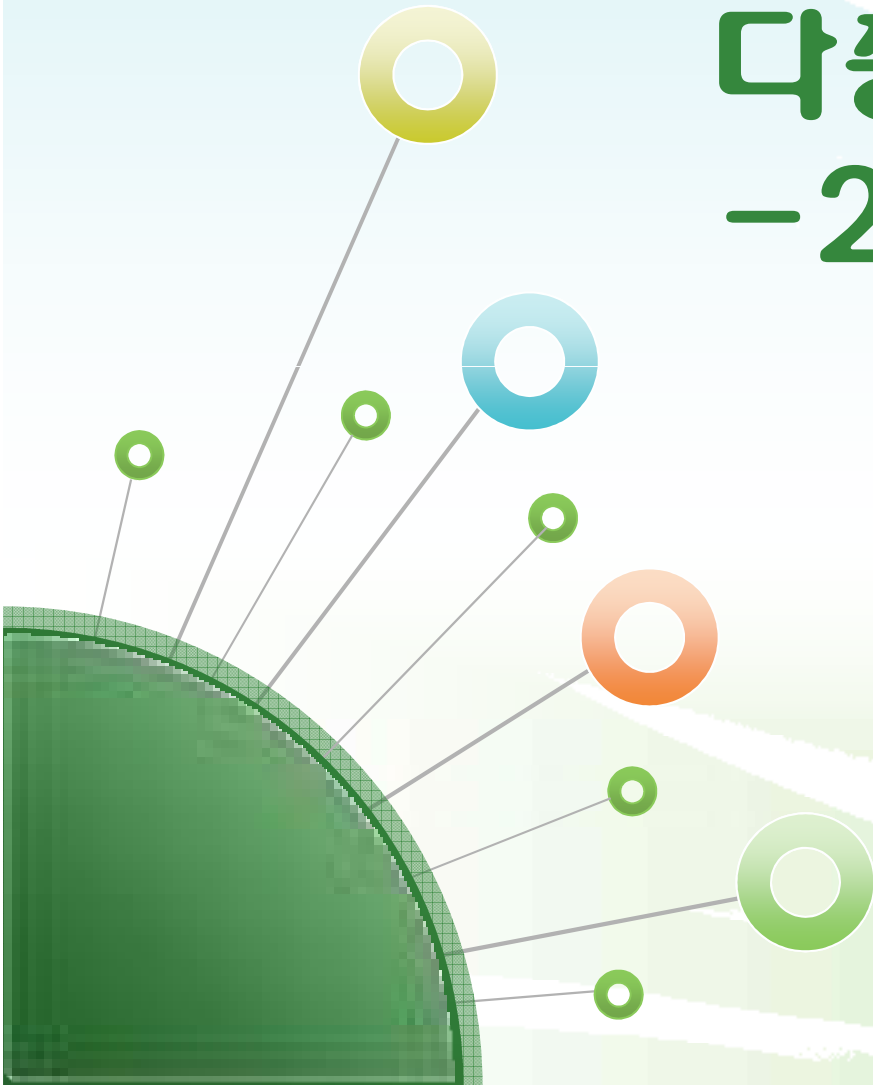
- 학교정책은 (내용이 같아도) 각 학교의 사정/여건에 따라 효과가 다름
- 학교정책의 효과는 학생의 특성(가정환경 등)에 따라 다름

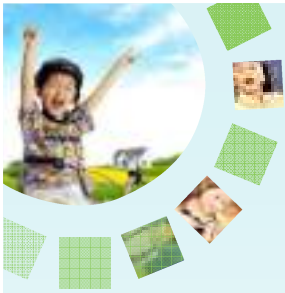
- 상위 층의 변수와 하위 층의 변수간 상호작용을 밝혀야 함



다층모형의 개관

- 2수준 다층모형 -





기초모형

- 가장 간단한 형태의 다층모형

- 무선효과의 일원분산분석모형

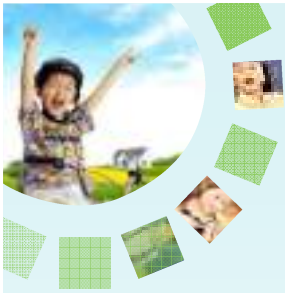
- 1수준(학생) $Y_{ij} = \beta_{0j} + \varepsilon_{ij}, \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

- 2수준(학교) $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}, u_{0j} \sim N(0, \tau)$

- 통합 $Y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + \varepsilon_{ij}$

- 집단내상관계수 $ICC = \tau / (\tau + \sigma^2)$

→ 종속변수의 분산을 각 층위의 분산으로 구분



연구모형

- **각 층위의 분산량을 파악한 후 모형 구체화**

- 학생변수(SES)와 학교변수(Rural) 1개씩

- 1수준(학생)

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(SES - MSES_j)_{ij} + \varepsilon_{ij}, \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

- 2수준(학교) $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(Rural)_j + u_{0j},$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

$$\begin{bmatrix} \beta_{0j} \\ \beta_{1j} \end{bmatrix} \sim N\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \tau_{00} & \tau_{01} \\ \tau_{10} & \tau_{11} \end{bmatrix}\right)$$



연구모형(계속)

• 통합모형

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(Rural) + \gamma_{10}(SES - MSES_j)_{ij} + R_{ij}$$

$$R_{ij} = u_{0j} + u_{1j}(SES - MSES_j)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

γ_{00} : 도시학교학생들의평균

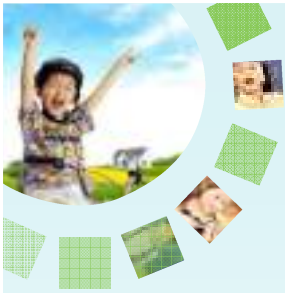
γ_{01} : 도시학교와시골학교의평균차이

γ_{10} : 학생의SES가성취도에미치는전체평균효과

u_{0j} : 집단수준의오차1(순수한학교효과)

u_{1j} : 집단수준의오차2(학생의SES에따른상대적학교효과)

ε_{ij} : 개인수준의오차



연구모형의 실제적 유용성

• 회귀분석의 다중상관계수 제공

$$R_1^2 = (\sigma_1^2 - \sigma_2^2) / \sigma_1^2$$

학교내
분산이
SES에 의해
설명된 비율

기초
모형

연구
모형

$$R_2^2 = [\text{var}(\beta_{0j}) - \text{var}(\beta_{0j} | \textit{Rural})] / \text{var}(\beta_{0j})$$

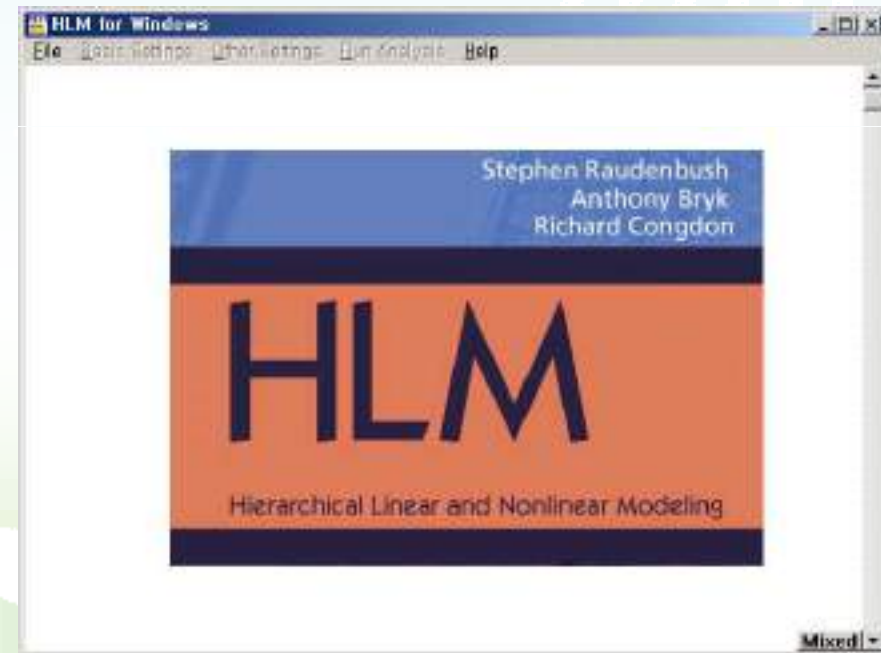


Contents 2

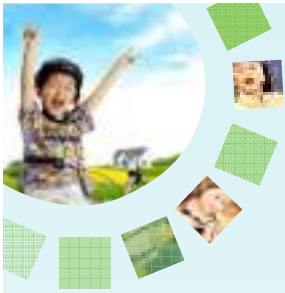
[2부] 다층분석의 적용

- 1 HLM 프로그램의 사용법
- 2 다층모형을 활용한 교육 연구 사례
- 3 다층모형에 의한 종단자료 분석
- 4 질의 및 응답

HLM 프로그램 사용법



www.ssicentral.com



HLM 실행 절차

1. 모형 선택
2. MDM 파일 작성
3. 모형 상세화
4. 옵션 선택
5. 프로그램 실행 → 결과 해석



2 level analysis example

Level 1 file: HSB1.sav

Level 2 file: HSB2.sav

HSB1.SAV - SPSS Data Editor

	id	minority	female	ses	mathach
1	1224	0	1	-1.528	5.876
2	1224	0	1	-.588	19.708
3	1224	0	0	-.528	20.349
4	1224	0	0	-.668	8.781
5	1224	0	0	-.158	17.898
6	1224	0	0	.022	4.583
7	1224	0	1	-.618	-2.832
8	1224	0	0	-.998	.523
9	1224	0	1	-.888	1.527
10	1224	0	0	-.458	21.521

SPSS Processor is ready

HSB2.SAV - SPSS Data Editor

	id	size	sector	pracad	disclim	himinty	meansas
1	1224	842	0	0	2	0	0
2	1288	1855	0	0	0	0	0
3	1296	1719	0	0	0	1	0
4	1308	716	1	1	-1	0	1
5	1317	455	1	1	-2	1	0
6	1358	1430	0	0	2	0	0
7	1374	2400	0	1	2	0	0
8	1433	899	1	1	0	0	1
9	1436	185	1	1	-1	0	1
10	1461	1672	0	1	2	0	1

SPSS Processor is ready

Step 1. 모형 선택

File > Make new MDM file > Stat package input

Select MDM type

Nested Models

☒ HLM2 ☐ HLM3 ☐ HLM4

Hierarchical Multivariate Linear Models

☐ HMLM ☐ HMLM2

Cross-classified Models

☐ HCM2 ☐ HLM-HCM ☐ HCM3

OK Cancel

Make MDM - HLM2

MDM template file

File Name:

Open mdmt file Save mdmt file Edit mdmt file

MDM File Name (use .mdm suffix)

Input File Type SPSS/Windows

Structure of Data - this affects the notation only:

☒ cross sectional (persons within groups) ☐ measures within groups

☐ longitudinal (occasions within persons)

Level-1 Specification

☒ Browse Level-1 File Name: Choose Variables

Missing Data? ☒ No ☐ Yes Delete missing level-1 data when: ☐ making mdm ☐ running analyses

Level-2 Specification

☐ Browse Level-2 File Name: Choose Variables

Spatial Dependence Specification

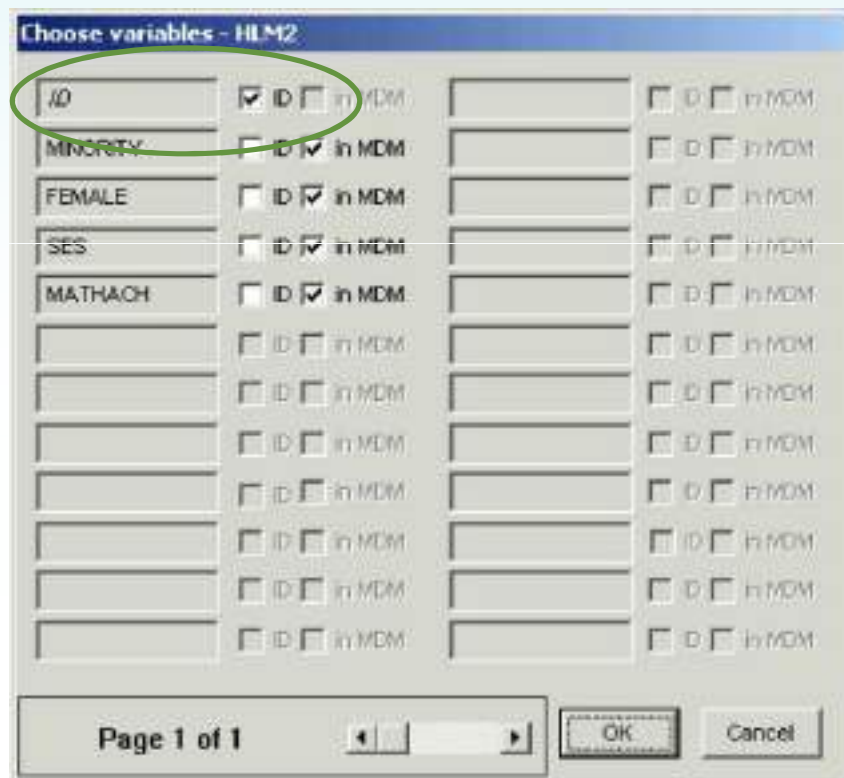
☐ Include spatial dependence matrix

☐ Browse Spatial Dep. File Name: Choose Variables

Make MDM Check Stats Done

Step 2. MDM 파일 작성

Level 1 변수 선택



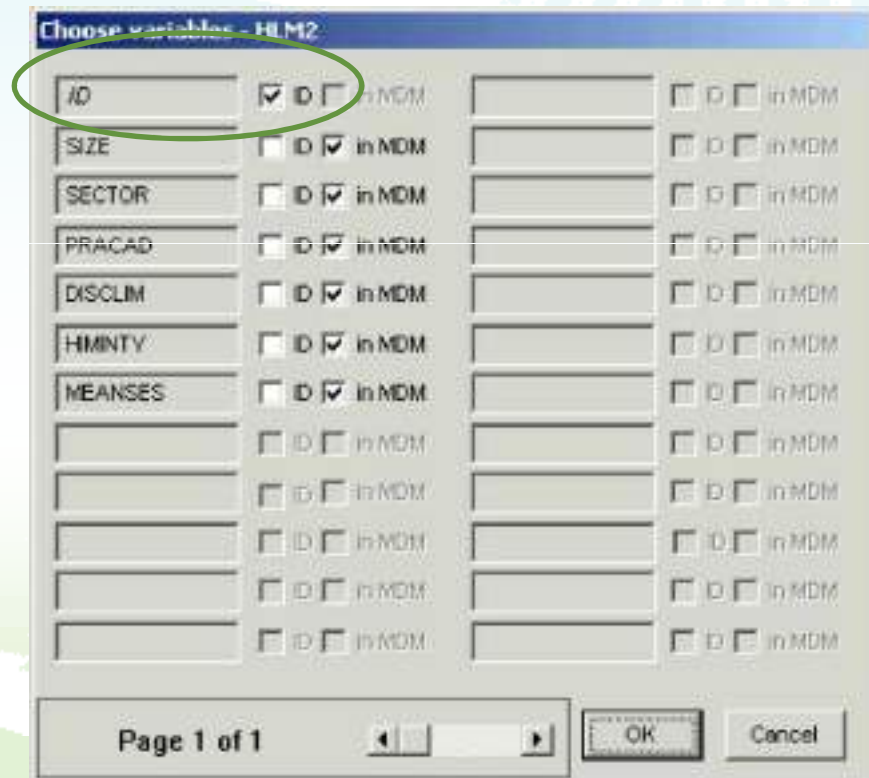
Choose variables - HLM2

Variable	ID	in MDM
ID	☒	☒
MINORITY	☐	☒
FEMALE	☐	☒
SES	☐	☒
MATHACH	☐	☒
	☐	☐
	☐	☐
	☐	☐
	☐	☐
	☐	☐
	☐	☐
	☐	☐
	☐	☐

Page 1 of 1

OK Cancel

Level 2 변수 선택



Choose variables - HLM2

Variable	ID	in MDM
ID	☒	☒
SIZE	☐	☒
SECTOR	☐	☒
PRACAD	☐	☒
DISCLIM	☐	☒
HMINTY	☐	☒
MEANSES	☐	☒
	☐	☐
	☐	☐
	☐	☐
	☐	☐
	☐	☐
	☐	☐

Page 1 of 1

OK Cancel

> MDM파일명 지정, MDMT 파일 저장, Make MDM, Check stats

Step 2. MDM 파일 작성

HLM2MDM.STS - 메모장

파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)

LEVEL-1 DESCRIPTIVE STATISTICS

VARIABLE NAME	N	MEAN	SD	MINIMUM	MAXIMUM
MINORITY	7185	0.27	0.45	0.00	1.00
FEMALE	7185	0.53	0.50	0.00	1.00
SES	7185	0.00	0.78	-3.76	2.69
MATHACH	7185	12.75	6.88	-2.83	24.99

LEVEL-2 DESCRIPTIVE STATISTICS

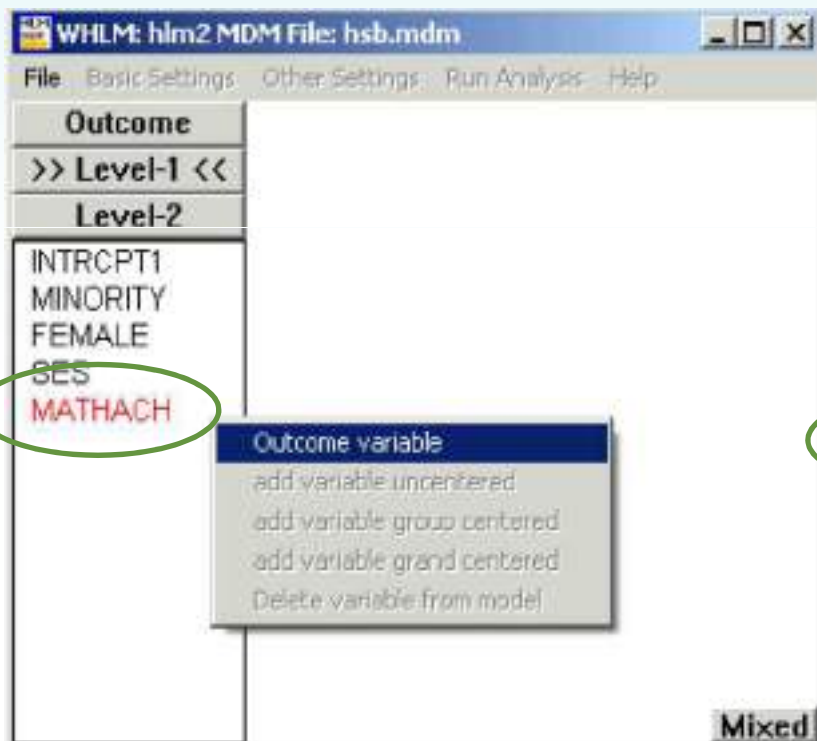
VARIABLE NAME	N	MEAN	SD	MINIMUM	MAXIMUM
SIZE	160	1097.83	629.51	100.00	2713.00
SECTOR	160	0.44	0.50	0.00	1.00
PRACAD	160	0.51	0.26	0.00	1.00
DISCLIM	160	-0.02	0.98	-2.42	2.76
HIMINTY	160	0.28	0.45	0.00	1.00
MEANSES	160	-0.00	0.41	-1.19	0.83

MDM template: D:\Users\Doongry\Documents\work2013\multi\2level exam.mdm
MDM file name: 2level exam.mdm
Date: Jul 15, 2013
Time: 16:15:44

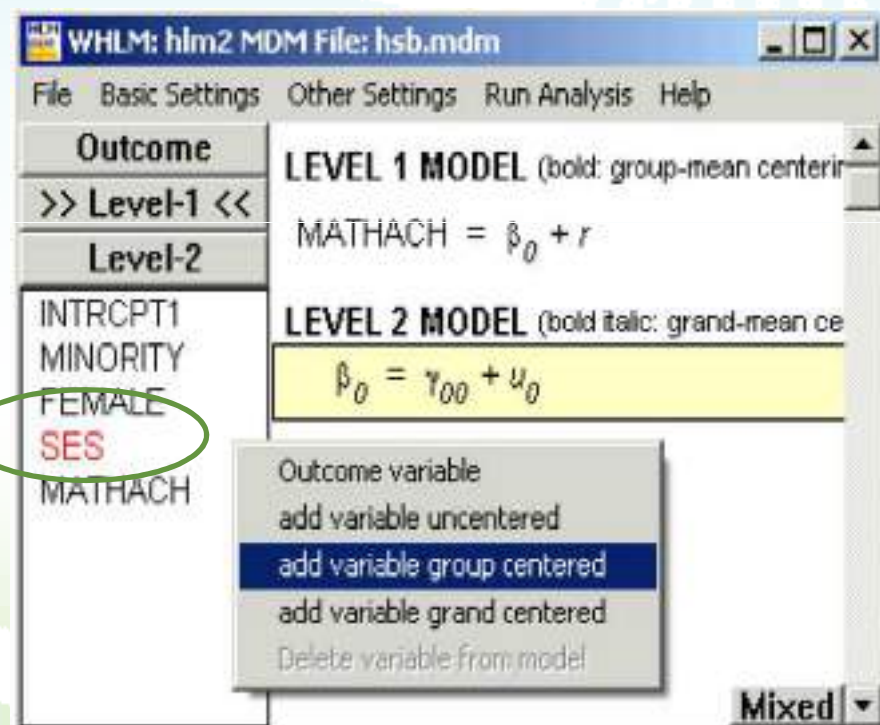
Ln 1, Col 1

Step 3. 모형 상세화

Level 1: 종속변수 선택



Level 1: 독립변수 선택



Step 3. 모형 상세화

WHLM: hlm2 MDM File: hsb.mdm

File Basic Settings Other Settings Run Analysis Help

Outcome
Level-1
>> Level-2 <<

INTRCPT2
SIZE
SECTOR
PRACAD
DISCLIM
HIMINTY
MEANSES

LEVEL 1 MODEL

$$\text{MATHACH}_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{SES}_{ij} - \overline{\text{SES}}_{.j}) + r_{ij}$$

LEVEL 2 MODEL

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{SECTOR}_j) + \gamma_{02}(\text{MEANSES}_j) + u_{0j}$$
$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}(\text{SECTOR}_j) + \gamma_{12}(\text{MEANSES}_j) + u_{1j}$$

Mixed

Mixed Model

$$\begin{aligned} \text{MATHACH}_{ij} = & \gamma_{00} + \gamma_{01} * \text{SECTOR}_j + \gamma_{02} * \text{MEANSES}_j + \gamma_{10} * (\text{SES}_{ij} - \overline{\text{SES}}_{.j}) + \\ & \gamma_{11} * \text{SECTOR}_j * (\text{SES}_{ij} - \overline{\text{SES}}_{.j}) + \gamma_{12} * \text{MEANSES}_j * (\text{SES}_{ij} - \overline{\text{SES}}_{.j}) \\ & + u_{0j} + u_{1j} * (\text{SES}_{ij} - \overline{\text{SES}}_{.j}) + r_{ij} \end{aligned}$$

Step 4. 옵션 선택

Basic Settings

Basic Model Specifications - HLM2

Distribution of Outcome Variable

☒ Normal (Continuous)

☐ Bernoulli (0 or 1)

☐ Poisson (constant exposure)

☐ Binomial (number of trials)

☐ Poisson (variable exposure)

☐ Multinomial Number of categories

☐ Ordinal

☐ Over dispersion

Level-1 Residual File

Level-2 Residual File

Title

Output file name
(See File->Preferences to set default output type)

☒ Make graph file

Graph file name

Cancel OK

Other Settings > Estimation

Estimation Settings - HLM2

Type of Likelihood

☒ Restricted maximum likelihood ☐ Full maximum likelihood

Adaptive Gaussian Quadrature Iteration Control

☐ Do adaptive Gaussian iterations Maximum number of iterations

Number of quadrature points

☐ First derivative ☐ Second derivative

LaPlace Iteration Control

☐ Do EM Laplace iterations Maximum number of iterations

☐ Run as spatial dependence model ☐ Diagonalize Tau

Constraint of fixed effects Heterogeneous sigma² Plausible values Multiple imputation

Level-1 Deviation Variance Weighting Latent Variable Regression

Fix sigma² to specific value
(Set to "computed" if you want sigma² random or if over-dispersion is desired)

OK

5. 결과 해석1

Specifications for this HLM2 run

Problem Title: 2level exam

The data source for this run = 2level exam.mdm
 The command file for this run = C:\Users\□□□□□□□□\AppData\Local\Temp
 Output file name = D:\Users\Doongry\Documents\work2013\multi\hlm2.html
 The maximum number of level-1 units = 7185
 The maximum number of level-2 units = 160
 The maximum number of iterations = 100

Method of estimation: restricted maximum likelihood

The outcome variable is MATHACH

Summary of the model specified

Level-1 Model

$$MATHACH_{ij} = \beta_0 + \beta_1(SES_{ij}) + r_{ij}$$

Level-2 Model

$$\beta_0 = \gamma_{00} + \gamma_{01}(SECTOR_j) + \gamma_{02}(MEANSES_j) + u_{0i}$$

$$\beta_1 = \gamma_{10} + \gamma_{11}(SECTOR_j) + \gamma_{12}(MEANSES_j) + u_{1i}$$

SES has been centered around the group mean.

Mixed Model

$$MATHACH_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}SECTOR_j + \gamma_{02}MEANSES_j + \gamma_{10}SES_{ij} + \gamma_{11}SECTOR_j * SES_{ij} + \gamma_{12}MEANSES_j * SES_{ij} + u_{0i} + u_{1i}SES_{ij} + r_{ij}$$

Final Results - Iteration 61

Iterations stopped due to small change in likelihood function

$\sigma^2 = 36.70313$

τ

INTRCPT1, β_0	2.37996	0.19058
SES, β_1	0.19058	0.14892

τ (as correlations)

INTRCPT1, β_0	1.000	0.320
SES, β_1	0.320	1.000

Random level-1 coefficient	Reliability estimate
INTRCPT1, β_0	0.733
SES, β_1	0.073

The value of the log-likelihood function at iteration 61 = -2.325094E+004

5. 결과 해석2

Final estimation of fixed effects
(with robust standard errors)

Fixed Effect	Coefficient	Standard error	t-ratio	Approx. df.	p-value
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	12.096006	0.173699	69.638	157	<0.001
SECTOR, γ_{01}	1.226384	0.308484	3.976	157	<0.001
MEANSES, γ_{02}	5.333056	0.334600	15.939	157	<0.001
For SES slope, β_1					
INTRCPT2, γ_{10}	2.937981	0.147620	19.902	157	<0.001
SECTOR, γ_{11}	-1.640954	0.237401	-6.912	157	<0.001
MEANSES, γ_{12}	1.034427	0.332785	3.108	157	0.002

Final estimation of variance components

Random Effect	Standard Deviation	Variance Component	df.	χ^2	p-value
INTRCPT1, u_0	1.54271	2.37996	157	605.29503	<0.001
SES slope, u_j	0.38590	0.14892	157	162.30867	0.369
level-1, r	6.05831	36.70313			

Statistics for current covariance components model

Deviance = 46501.875643
Number of estimated parameters = 4



다층모형을 활용한 교육 연구 사례





다층분석 활용 논문 증가

출판일

제목

저자

출판사

2013	International Comparisons of Reading Literacy in PISA 2009	Lee, In-Hoi	교육종합연구소
2013	고등학생의 더불어 사는 능력에 영향을 미치는 요인: 사회자본의 영향을 중심으로	황여정	안암교육학회
2013	기업체 근로자의 임금에 대한 HRD 효과 분석	김문조	연세대학교 사회과학연구소
2013	또래 괴롭힘에 영향을 미치는 학생 및 학교 특성 탐색	박종효	서울대학교 교육연구소
2013	복지국가 제도와 기혼여성의 가족 내 경제적 지위의 관계에 관한 비교 분석	김영미	한국사회복지정책학회
2013	부부관계에 대한 비합리적 신념과 결혼만족도와 의 관계	연구진	한국가족치료학회
2013	블로그 커뮤니티와 독자 인식의 형성	주민재	한국작문학회
2013	사회·기술시스템론과 과학기술혁신정책	송위진	한국기술혁신학회
2013	에드워드 호퍼의 실내공간에 나타난 색채표현 특성 연구	김선영	한국색채학회
2013	위계적 선형모형을 활용한 대학생 강의평가 관련 요인 탐색	최보금	한국열린교육학회
2013	학교조직 관리요인이 학업성취도에 미치는 영향: 2009년 국가수준 학업성취도 평가 이용한 다층분석	김은주	한국정부학회
2013	정신건강 문제와 인터넷 중독	김동일	한국상담학회
2013	조직의 윤리 풍토와 조직 구성원 직무 결과간의 관계에 대한 교차수준 연구	심창현	한국인사관리학회
2013	중학생의 다문화 수용성 영향요인	이자형	한국교육사회학회
2013	지역과 헤게모니	김상준	한국국제정치학회
2013	직접 대역 확산 시스템에서 신경망을 이용한 간섭 신호 제어	조현섭	한국산학기술학회
2013	컴퓨터활용교육 : PISA 2009에서 ICT 활용능력과 학습목적 컴퓨터 사용 영향요인에 대한 다층분석	허 균	한국컴퓨터교육학회
2013	학교유형 및 지원적 학교풍토가 교사의 변화지향성과 지식공유에 미치는 영향	배상훈	한국열린교육학회
2013	학습부진학생 지도를 위한 전담교사 배치 정책 효과 연구	정혜경	한국교육학회
2013	한국, 대만, 홍콩 학생들의 다문화 의식 비교 연구	이광현	한국비교교육학회
2012	개인 및 기관 수준의 특성이 평생교육기관 선택의도에 미치는 영향	허선주	한국평생교육학회
2012	구성원의 목표성향이 과업행동에 미치는 영향	신수영	한국인사·조직학회
2012	노인우울에 영향을 미치는 요인에 대한 다층분석	고정은	한국정신보건사회복지학회
2012	대학교 음주관련 정책 환경이 대학생 음주문제에 미친 영향	김광기	한국보건교육건강증진학회
2012	바우처를 활용한 사회서비스의 이용자 만족도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구	신창환	한국사회복지학회
2012	세계시민교육연구(ICCS) 자료를 활용한 시민지식 결정요인 분석	정중대	한국사회과교육연구학회
2012	우리나라 고등학생의 디지털 리터러시 결정요인 분석	양정호	한국교육공학회
2012	유교적 가치와 리더에 대한 신뢰	류수영	한국인사·조직학회
2012	정보프라이버시 인식, OCB 및 창의적 성과에 관한 연구: 조직의 HR관리유형과 업종의 상황효과	이동진	한국인사관리학회
2012	청소년기 우울의 발달적 변화에 대한 부모인지 및 자기개방의 중단적 영향	최정아	한국가족치료학회
2012	청소년의 합법적 약물 남용에 관한 다층적 분석연구	김은영	한국경찰연구학회
2012	특목고·자사고 진학계획이 초등학생 사교육비 지출에 미치는 영향	이광현	한국교육사회학회



초등학생의 학업능력에 영향을 미치는 요인

- 임현정, 장운선, 기경희(2011).
학교효과의 교과 간 일관성 검증, 교
육과학연구, 42(1), 27-49
- 2008년 학교교육실태 및 수준분석
연구 데이터
- 1수준: 초등학교 6학년생 7,957명
- 2수준: 전국 250개 초등학교
- 학생-학교의 2수준모형

	단변량			다변량
	읽기	수학	과학	
	회귀계수 (S.E)	회귀계수 (S.E)	회귀계수 (S.E)	회귀계수 (S.E)
학생수준				
절편	56.429 *** (295)	59.804 *** (347)	57.102 *** (429)	58.201 *** (298)
성별	5.883 *** (358)	-.484 (339)	3.175 *** (404)	2.299 *** (303)
SES	.023 (015)	.021 (013)	.008 (015)	.020 (011)
부모자녀 상호작용(가족관계)	-.183 (150)	-.320 * (147)	-.295 (180)	-.269 * (116)
부모자녀 상호작용(사회문제)	2.721 *** (234)	1.409 *** (206)	2.172 *** (258)	1.982 *** (181)
부모의 교육적 지원	2.496 *** (294)	2.358 *** (271)	2.089 *** (336)	2.351 *** (247)
과외참여여부	-.093 (160)	.275 (153)	.489 ** (176)	.189 (128)
독서향유정도	5.650 *** (354)	2.979 *** (319)	4.648 *** (374)	4.165 *** (261)
내재적 학습동기	-.502 (336)	.307 (280)	.096 (311)	-.001 (234)
자아존중감	.491 (258)	.551 * (236)	1.221 *** (292)	.651 ** (204)
수업집중시간	1.377 *** (312)	1.018 ** (313)	1.020 ** (339)	1.135 *** (259)
통제전략	1.346 ** (372)	1.083 ** (347)	1.718 *** (436)	1.286 *** (314)
동화전략	.972 ** (306)	.714 ** (268)	.872 ** (333)	.825 ** (253)
끈기	-.131 (309)	.515 (287)	.311 (359)	.263 (260)
학교수준				
서울	1.784 (1232)	3.158 * (1378)	2.294 (1645)	2.547 * (1164)
광역시	2.912 ** (875)	3.014 ** (1108)	1.993 (1255)	2.790 ** (895)
중소도시	1.040 (736)	1.633 (1078)	2.138 (1361)	1.513 (783)
학교평균 SES	.267 ** (081)	.261 (147)	.065 (173)	.229 ** (078)
교사의 학생이해	4.939 *** (1643)	3.979 * (1715)	5.950 *** (2149)	4.643 *** (1715)
교사의 사기와 열의	2.890 *** (1049)	4.772 (2435)	6.007 * (2889)	4.341 *** (1035)
성취압력	2.228 (1670)	4.387 * (2067)	5.924 * (2466)	3.949 * (1661)
수업분위기	1.714 (1324)	1.959 (2113)	3.198 (2457)	2.137 (1486)
협력적 학습문화	.334 (2354)	-.402 (3212)	-.190 (3688)	-.160 (1999)

*p<.05, **p<.01, ***p<.001



EBS 시청이 사교육에 미치는 영향

-정동욱 외(2012). EBS 교육 프로그램의 사교육 경감 효과 분석, 교육행정학연구, 30(3), 21-42.

-2010~11년 서울교육종단연구 데이터

-1수준: 중학교2학년 4,346명/ 고등학교2학년 4,967명

-2수준: 중학교 74개교, 고등학교 83개교

-학생-학교의 2수준 모형

구분	일반계고				중학교			
	영어		수학		영어		수학	
	사교육 참여	사교육 비용	사교육 참여	사교육 비용	사교육 참여	사교육 비용	사교육 참여	사교육 비용
(절편)	0.815*** (0.118)	3.210*** (0.020)	1.590*** (0.105)	2.116*** (0.087)	0.911*** (0.121)	1.338*** (0.083)	1.192*** (0.127)	1.245*** (0.081)
<학생수준 변수>								
EBS 참여	-0.167 (0.191)	-0.068 ⁺ (0.036)	0.057 (0.195)	0.018 (0.161)	0.192 (0.232)	-0.139 (0.206)	0.087 (0.235)	-0.270 ⁺ (0.135)
성별(1=여학생)	-0.077 (0.203)	-0.015 (0.032)	0.101 (0.193)	0.129 (0.165)	0.089 (0.215)	-0.025 (0.192)	0.231 (0.262)	-0.142 (0.185)
모하리	0.048 (0.042)	0.011 ⁺ (0.006)	0.046 (0.036)	0.054 ⁺ (0.029)	0.019 (0.063)	0.091 (0.060)	-0.116 (0.071)	0.018 (0.043)
ln가구소득	0.430*** (0.151)	0.154*** (0.031)	0.443*** (0.215)	0.458*** (0.178)	0.168 (0.110)	0.383*** (0.219)	0.174 (0.149)	0.540*** (0.106)
학부모지원	-0.136 (0.102)	-0.017 (0.016)	-0.023 (0.131)	-0.036 (0.108)	-0.152 (0.152)	-0.049 (0.138)	0.175 (0.125)	0.086 (0.097)
희망교육수준	0.052 (0.061)	0.000 (0.007)	0.024 (0.061)	0.019 (0.045)	-0.057 (0.042)	-0.054 (0.046)	0.029 (0.055)	0.045 (0.038)
혼자공부하는시간	0.153*** (0.054)	0.024*** (0.006)	0.225*** (0.042)	0.175*** (0.029)	-0.002 (0.040)	-0.048 (0.032)	-0.090*** (0.027)	-0.023 (0.026)
1학년 성취도	0.006 (0.005)	0.000 (0.000)	0.009 ⁺ (0.004)	0.007 (0.003)	0.003 (0.005)	0.002 (0.004)	0.014*** (0.005)	0.005 (0.003)
ln1학년 사교육 비용	0.290*** (0.051)	0.027 ⁺ (0.014)	0.294*** (0.057)	0.375*** (0.067)	0.349*** (0.055)	0.428*** (0.049)	0.392*** (0.049)	0.493*** (0.044)
<학교수준 변수>								
무료급식학생비율	0.210 (0.403)	0.040 (0.073)	0.391 (0.347)	-0.025 (0.208)	3.489 (3.746)	7.371*** (2.015)	1.194 (1.147)	-0.593 (0.661)
학교평균소득	-0.559 (0.403)	0.305*** (0.092)	-0.090 (0.374)	0.074 (0.298)	0.437 (0.833)	1.657 ⁺ (0.673)	1.019 (0.788)	0.433 (0.515)
학습부진학생비율	-0.050 (0.035)	-0.007 (0.006)	0.007 (0.027)	-0.002 (0.024)	-0.302 ⁺ (0.139)	-0.101 (0.090)	-0.033 (0.062)	-0.013 (0.044)
교육활동지원예산	-0.001 (0.001)	0.000 (0.000)	0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	0.003 (0.004)	0.004 (0.003)	0.000 (0.004)	-0.004 (0.003)
학력향상중점학교	0.274 (0.536)	0.098 ⁺ (0.052)	0.115 (0.510)	0.107 (0.435)	0.481 (0.394)	-0.251 (0.286)	-0.292 (0.385)	-0.259 (0.213)



일반계 고등학교 진학에 영향을 미치는 요인

-임현정(2013). 일반계 고등학교 선택
의 결정 변인 탐색. 한국교육, 40(1),
25-48.

-2008년 한국교육종단연구 3차년도 데
이터

-1수준: 중학교 3학년 5989명

-2수준: 150개 중학교

-학생-학교의 2수준 로지스틱 모형(종
속변수: 일반계고 진학 여부, 일반계=1,
전문계=0)

변인	모형1(무임모형)			모형2(과정보정모형)			모형3(진로정보모형)		
	회귀계수	표준 오차	승산비	회귀계수	표준 오차	승산비	회귀계수	표준 오차	승산비
절편	2.019***	(.316)	7.530	1.986***	(.314)	7.287	2.071***	(.317)	7.936
학생수준									
가정 배경	성별	-.009	(.145)	.962	.013	(.146)	1.013	.103	(.157)
	사회경제적 지위	.525***	(.064)	1.690	.510***	(.065)	1.666	.328***	(.071)
	과외 참여 정도	.127***	(.014)	1.136	.117***	(.014)	1.124	.085***	(.017)
	교육비 부담 정도	.166**	(.061)	1.180	.166**	(.061)	1.183	.217**	(.062)
	부모의 학업 지원	.353***	(.068)	1.423	.138*	(.064)	1.148	.150 +	(.090)
성취도	학업성취도	1.636***	(.083)	5.147	1.418***	(.086)	4.127	.924***	(.095)
학습 심리적 특성	학업적 자아개념				.213**	(.089)	1.238	.164*	(.081)
	학습동기				.592***	(.111)	1.808	.519***	(.130)
	공부시간				.153***	(.034)	1.166	.002*	(.040)
진학 계획	최생의 교육포부							.088**	(.032)
	부모의 교육기대							.161***	(.031)
	교사의 교육기대							.498***	(.063)
진로 활동	진로준비							-.079	(.078)
	부모의 진로지원							.046	(.108)
	부모의 진학지원							.109	(.087)
	진로교육 만족도							-.262***	(.068)
학교수준									
학교 여건	특별시	.323	(.377)	1.381	.401	(.373)	1.494	.673 +	(.372)
	광역시	-.149	(.312)	.862	-.110	(.304)	.806	-.077	(.303)
	중소도시	.006	(.340)	1.008	.036	(.343)	1.037	-.062	(.312)
	불입유형	-.358 +	(.215)	.689	-.412 +	(.221)	.862	-.388 +	(.232)
	공학여부	-.103	(.175)	.902	-.048	(.182)	.953	-.166	(.195)
	학교평균 SES	-.052	(.281)	.950	-.127	(.282)	.880	-.152	(.278)
학교 풍토	교사열의				-.534	(.489)	.586	-.739	(.538)
	성취입력				1.311*	(.597)	3.709	1.162 +	(.689)
진로 지도	실라적성검사 활용							.178	(.297)
	진학 정보 제공							.483	(.525)
	진로 정보 제공							-.145	(.173)
	개별 상담							.378 +	(.211)
	진로프로그램 다양성							.395*	(.188)

***: $p < .001$, **: $p < .01$, *: $p < .05$, +: $p < .10$



유아교육 분야 연구 사례

출판 년도	제목	저자	출판사
2012	유아 및 교사변인이 유아의 정서조절 전략에 미치는 영향	이정수	한국유아교육학회
2011	Reading and Mathematics Achievement Gains of Kindergarten rtners with and without Disabilities	김지련	한국유아특수교육학회
2011	아동의 학업성취에 미치는 부모참여 효과: 2수준 위계선형모형 검증	임선아	한국아동교육학회
2010	유아의 지능, 어머니의 양육행동 및 교사의 창의성 교수효능감이 유 아의 창의성에 미치는 영향	김 호	한국어린이미디어학회
2008	유아의 내·외적 동기 및 어머니와 교사의 창의성이 유아의 창의성 에 미치는 영향	김 호	한국열린유아교육학회
2007	HLM을 이용한 교사 창의성과 유아 창의성 간의 관계 분석	노영희	한국열린유아교육학회
2007	유아의 창의성과 관련된 교사와 유아 변인 탐색	김 호	한국열린유아교육학회
2004	유치원과 어린이집의 교육효과 비교	강상진	한국유아교육학회



유아의 정서조절 전략에 영향을 미치는 요인

-이정수(2012). 유의 및 교사변인이 유아의 정서조절 전략에 미치는 영향. 유아교육연구, 32(2), 287-305.

-2011년 서울경기 12개 유아교육기관 조사 자료

-1수준: 352명의 유아

-2수준: 35명의 교사

-유아-교사의 2수준 모형

[연구모형]

Level 1 :

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1j} \cdot \text{성별} + \beta_{2j} \cdot \text{의향성기질} + \beta_{3j} \cdot \text{부정적정서기질} + \beta_{4j} \cdot \text{주의통제기질} + \beta_{5j} \cdot \text{감정조망수용능력} + \gamma_{ij}$$

Level 2 :

$$\beta_{0i} = \gamma_{00} + \gamma_{01} \cdot \text{학력} + \gamma_{02} \cdot \text{정서신념} + \gamma_{03} \cdot \text{긍정정서표현성} + \gamma_{04} \cdot \text{강한부정정서표현성} + \gamma_{05} \cdot \text{약한부정정서표현성} + \mu_{0i}$$

단,

Y_{ij} : j번째 교사의 i번째 유아의 정서조절 전략

β_{0i} : j번째 교사의 유아들의 평균 정서조절 전략

<표 6> 유아 정서조절 전략 연구모형의 교사 변인 고정효과

종속변인	독립변인	β	S. E.	t	df	p
긍정 정서조절 전략	학력	.901	.445	2.028	30	.051
	정서 표현성					
	긍정	.085	.673	.126	30	.901
	강한-부정	-.656	.621	-1.057	30	.300
	약한-부정	.207	.439	.471	30	.640
	정서신념	1.026	.358	2.863	30	.008
부정 정서조절 전략	학력	-.891	.420	-2.121	30	.042
	정서 표현성					
	긍정	-.158	.306	-.516	30	.609
	강한-부정	-.127	.346	-.366	30	.716
	약한-부정	.085	.264	.323	30	.748
	정서신념	-.454	.342	-1.325	30	.195

* $p < .05$, ** $p < .01$



부모참여가 아동의 성취도에 미치는 영향

-임선아(2011). 아동의 학
업성취에 미치는 부모참여 효
과: 2수준 위계선형모형 검증.
아동교육, 20(4), 221-133.

-미국 Early Childhood
Longitudinal Study Data

-1수준: 5,444명의 유치원
생과 부모

-2수준: 644개의 유치원

-가정-유치원의 2수준 모형

	모형 1		모형 2		모형 3	
	읽기	수학	읽기	수학	읽기	수학
가정에서의 부모참여						
도서관 방문			1.681*	1.077†	1.661*	1.125†
박물관 견학			.279	.068	.265	.048
책 보유수			.004*	.004**	.004*	.004**
가정 학습			.033	-.053	.042	-.053
숙제 보조			-1.826***	-1.361***	-1.827***	-1.363***
교육 활동			-.005	.012	.002	.009
학교에서의 부모참여						
학교운영위원회 참여					2.062*	1.346
교사와의 상호작용					2.688	-1.487
학교 봉사활동 참여					8.953***	2.469
통제변인						
사회경제적 지위	4.713***	3.261***	4.430***	3.105***	4.486***	3.093***
흑인	-11.023***	-9.431***	-10.046***	-8.788***	-9.844***	-8.640***
히스패닉	-4.824***	-1.689	-4.639***	-1.609	-4.603***	-1.456
아시아인	-2.701	-2.534	-2.529	-2.480	-2.505	-2.426
사전 성취도 점수	.890***	1.389***	.831***	1.326***	.833***	1.328***
여아(남아)	2.798***	-4.360***	2.862***	-4.378***	2.893***	-4.362***
비정상적 가정	-.670	-1.161	-.450	-.999	-.410	-.944
학교 평균 사전 검사 점수					1.145***	1.599***
평균 비정상적 가정					-2.577	-9.039***
공립학교(사립학교)					-.696	5.303***
소수인종 %					-2.798***	-.180
무상급식 %					-.084**	-.088**

† p < .1; * p < .05; ** p < .01; *** p < .001



유아의 창의성에 영향을 미치는 교사 요인

-김 호(2010). 유아의 지능, 어머니의 양육행동 및 교사의 창의성 교수효능감이 유아의 창의성에 미치는 영향. *어린이미디어연구*, 9(1), 207-226.

-2007년 대전/충남지역 조사 자료

-1수준: 만5세 유아 461명

-2수준: 유치원 31학급

-유아-학급의 2수준 모형

$$\text{Level 1: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} \cdot \text{지능} + \beta_{2j} \cdot \text{양육행동} + \gamma_{ij}$$

$$\text{Level 2: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} \cdot \text{교사의 교수 효능감} + \mu_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} \cdot \text{교사의 교수 효능감} + \mu_{1j}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + \gamma_{21} \cdot \text{교사의 교수 효능감} + \mu_{2j}$$

종속변인	독립변인	Coefficient(β)	S. E.	t	df	p
유아의 창의성	유아의 지능	0.47	0.06	7.62	29	0.000
	어머니의 양육행동	0.35	0.04	6.39	29	0.000
	교사의 창의성 교수 효능감	5.02	1.65	3.04	29	0.005
	양육행동* 효능감	0.12	0.06	2.16	29	0.039
유창성	유아의 지능	0.19	0.02	6.77	29	0.000
	어머니의 양육행동	0.09	0.02	5.35	29	0.000
	교사의 창의성 교수 효능감	1.82	0.96	1.90	29	0.066
독창성	유아의 지능	0.11	0.02	5.32	29	0.000
	어머니의 양육행동	0.07	0.01	5.38	29	0.000
	교사의 창의성 교수 효능감	1.23	0.52	2.35	29	0.026
개방성	유아의 지능	0.10	0.03	3.86	29	0.001
	어머니의 양육행동	0.03	0.01	2.00	29	0.055
	교사의 창의성 교수 효능감	1.22	0.43	2.85	29	0.008
	양육행동* 효능감	0.05	0.02	2.39	29	0.024
민감성	유아의 지능	0.06	0.03	2.39	29	0.024
	어머니의 양육행동	0.06	0.02	3.50	29	0.002
	교사의 창의성 교수 효능감	0.84	0.60	1.40	29	0.171

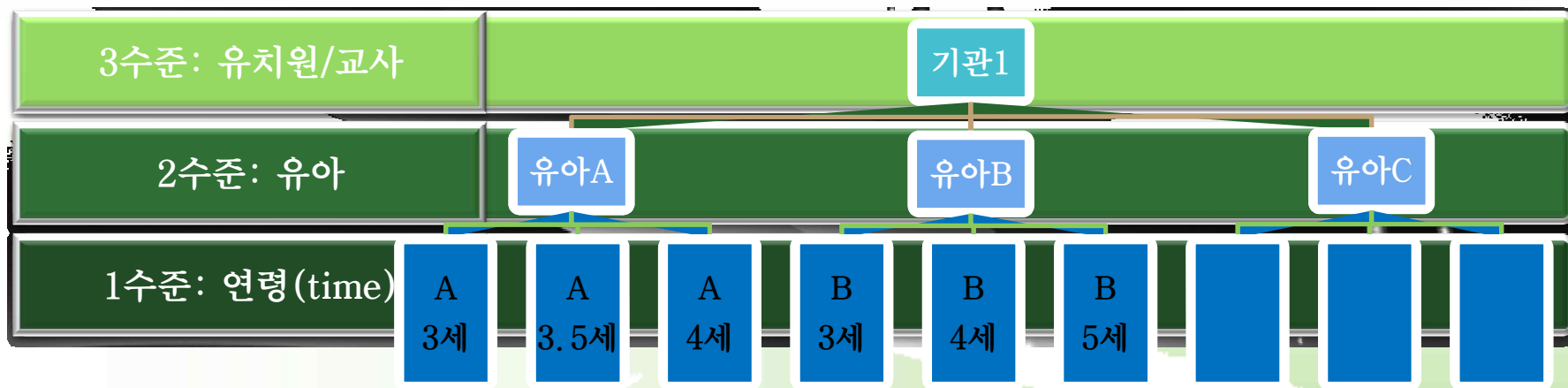
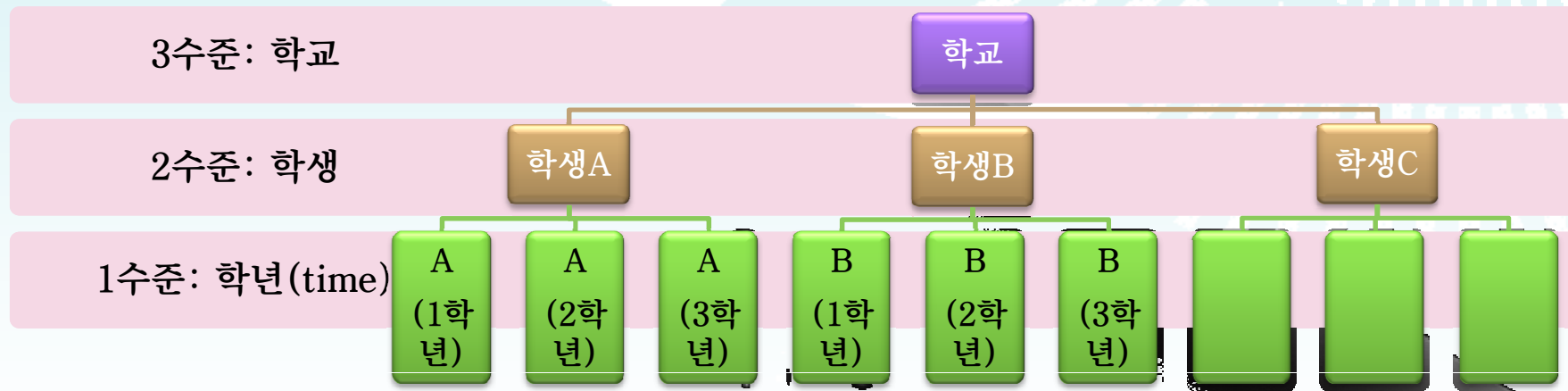


다층모형을 이용한 종단자료 분석



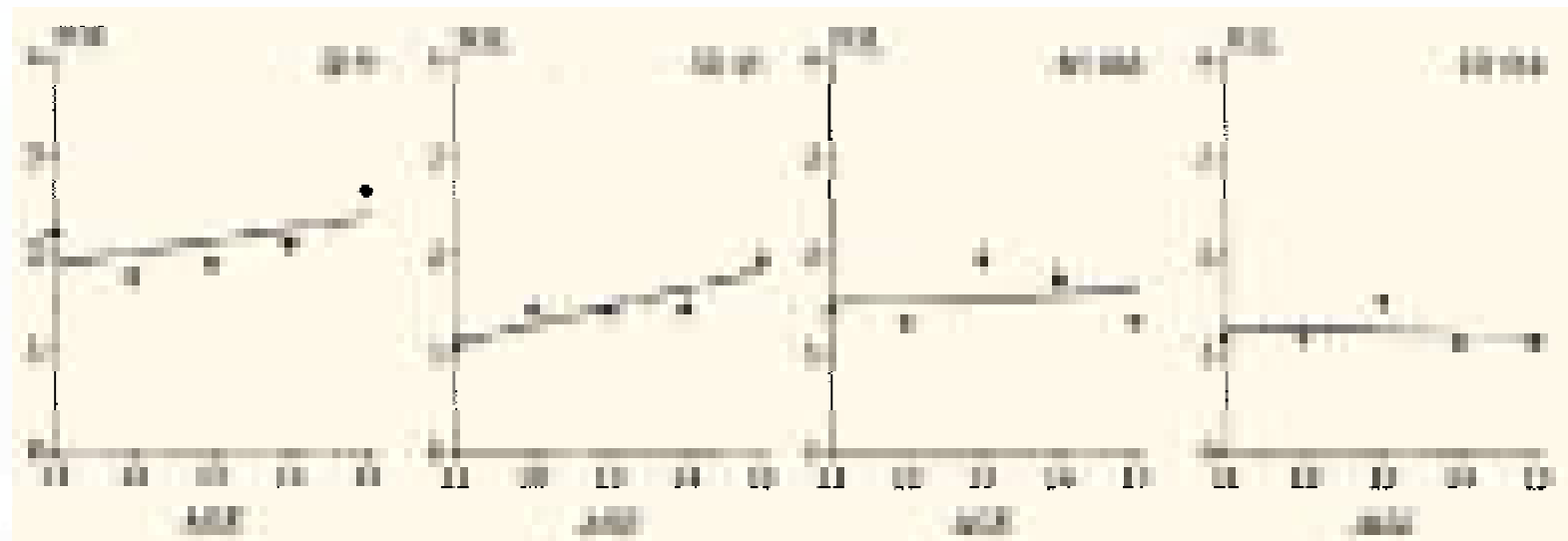
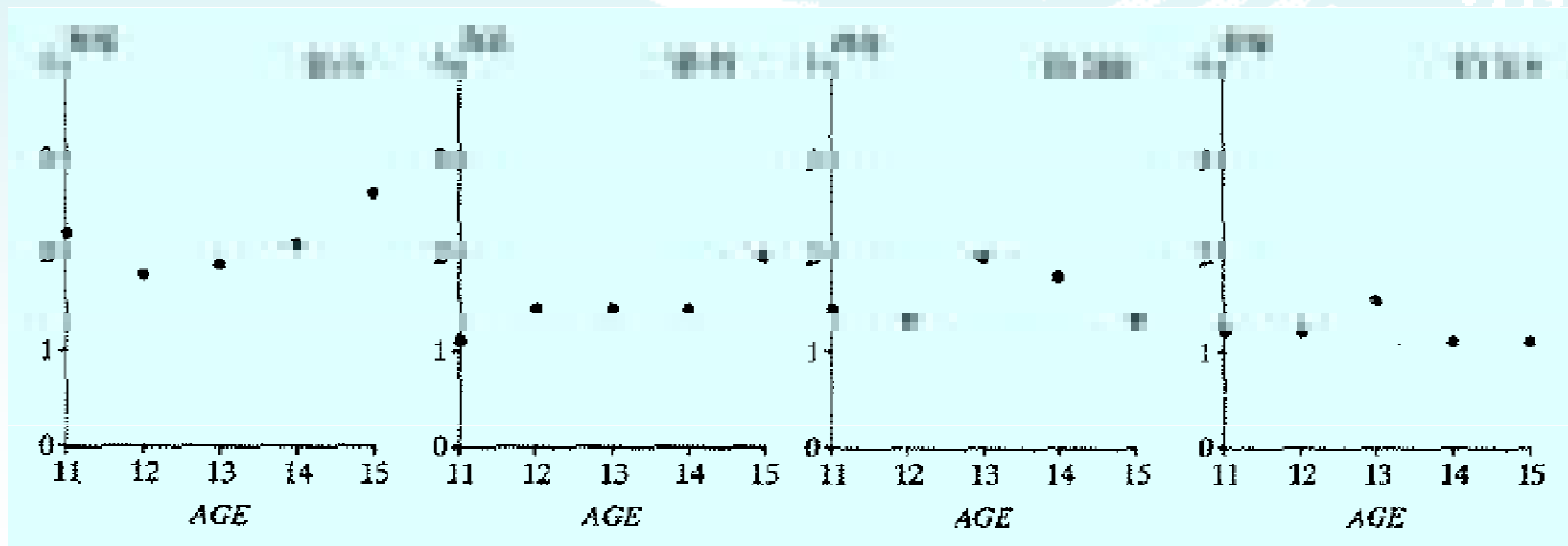


다층성장모형





다층성장모형





다층성장모형 사례: 알파걸의 진로성숙도 변화

-최유진, 임현정(2010). 알파걸의 실제 및 진로발달 특성에 대한 탐색 분석. 한국청소년연구, 21(2), 203-230.

-2003~2008년 한국청소년패널조사 데이터

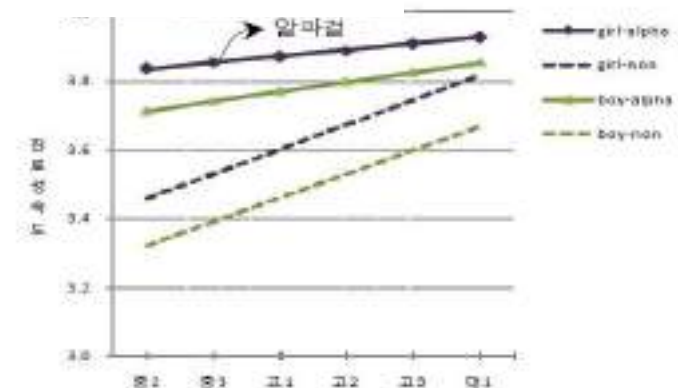
-1수준: 연도(중2~대1)

-2수준: 개인 3,449명

-연도-개인의 2수준 선형성장모형

고정효과		진로성숙도	
		회귀계수	(표준오차)
평균 초기상태	β_{00}	3.320**	(.017)
성별	β_{01}	.137**	(.023)
알파집단 여부	β_{02}	.392**	(.044)
성별*알파집단 여부	β_{03}	-.014	(.059)
평균 변화율	β_{10}	.069**	(.005)
성별	β_{11}	.002	(.006)
알파집단 여부	β_{12}	-.041**	(.012)
성별*알파집단 여부	β_{13}	-.012	(.016)
무선효과		분산성분	(비율)
1수준(개인 내 수준)			
연도별 개인별	ϵ_{ti}	.279	(53.4)
2수준(개인 간 수준)			
연도별 초기상태	τ_{0i}	.233**	(44.4)
연도별 변화율	τ_{1i}	.011**	(2.2)
초기상태와 변화율의 상관계수		-.472**	

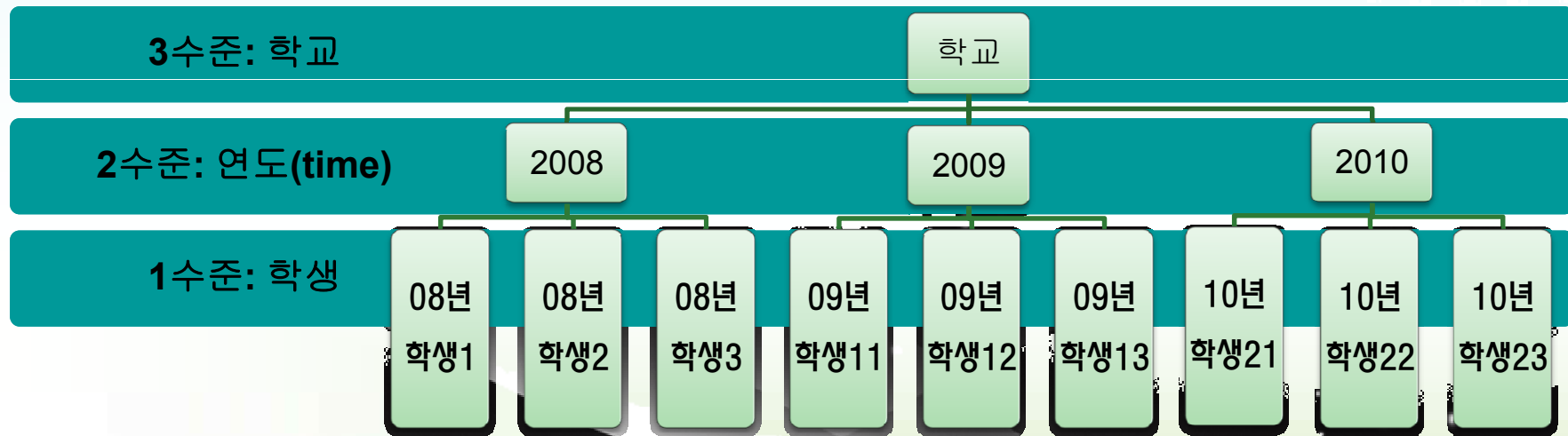
* $p < .05$, ** $p < .01$





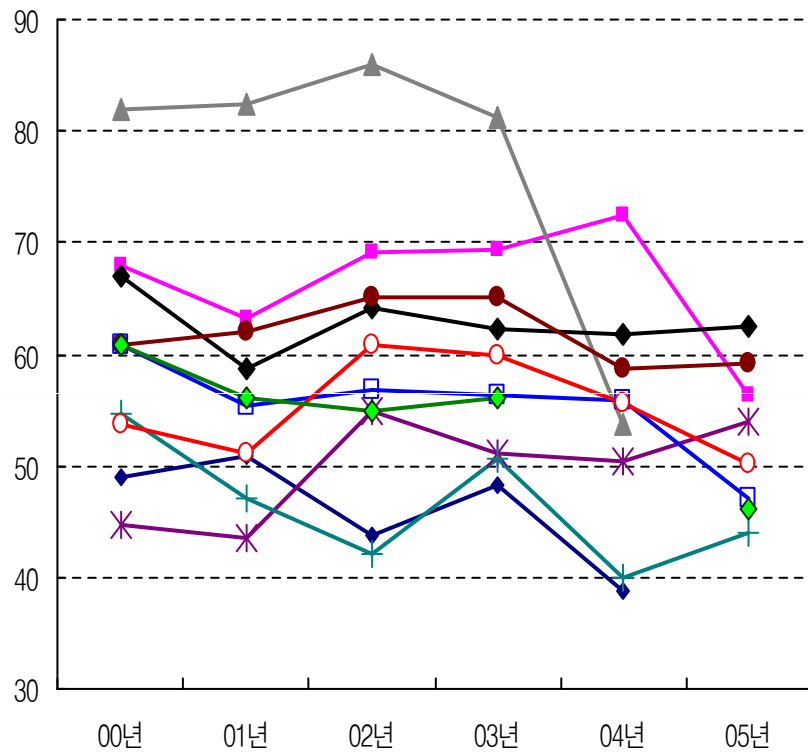
유사종단자료: 코호트자료

• 학교 패널 데이터의 예

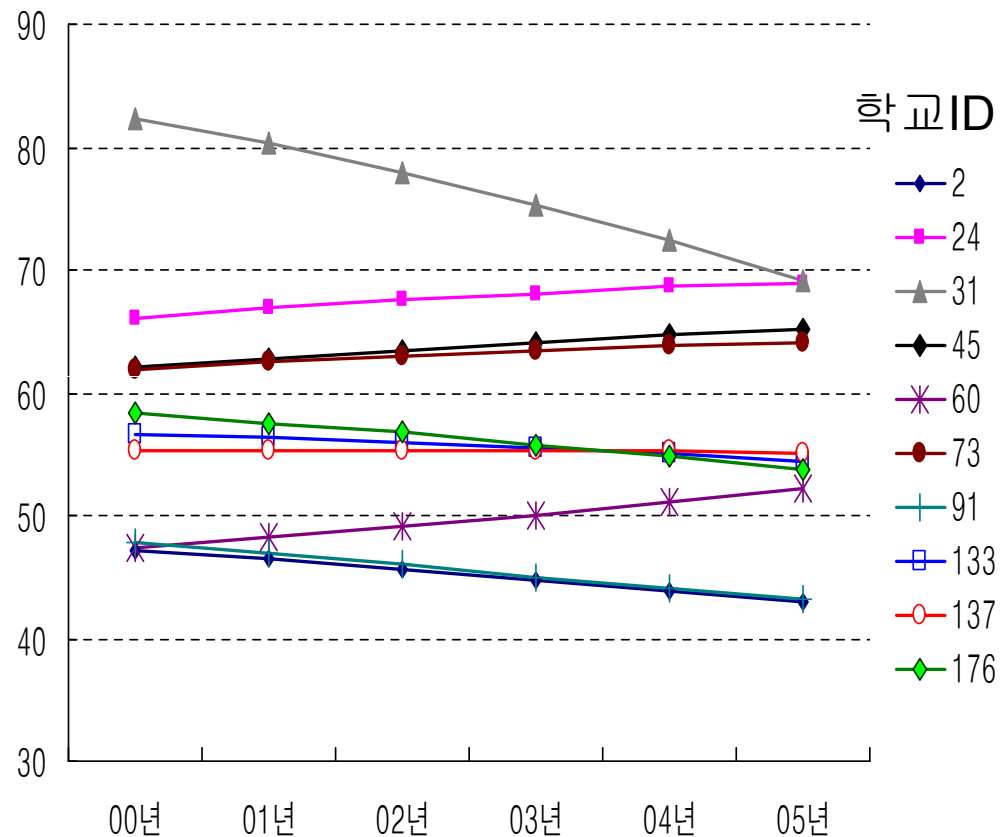




유사종단자료의 활용



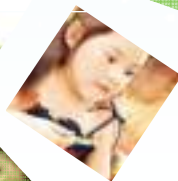
연도별 학교평균성취도



연도별 학교의 선형성장곡선



Q & A



Thank You!