

2008年12月20日(土曜日), 午後1時から午後4時半まで
麗澤大学・生涯教育プラザ1階・プラザホール
麗澤大学言語研究センター及び言語科学会2008年度会員講習会

SEM (構造方程式モデリング) および パス解析を使った日本語の習得研究 **1. AMOSによるSEM分析法入門**

麗澤大学・教授

玉岡賀津雄(たまおか かつお)

E-mail: ktamaoka@gc4.so-net.ne.jp

構造方程式モデリング

(SEM: Structural Equation Modeling)

- SPSS社が開発したAMOSという統計解析ソフトでは、構造方程式モデリング(SEM: Structural Equation Modeling)という分析手法を用いることができる。
- SEMとは、各種の言語現象・習得などにおける変数間の因果関係(1つの変数が原因でもう1つの変数が結果の関係)を調べる統計的手法である。観測される変数を基にして観測できない潜在変数を導き、変数間の因果関係モデルと、データとモデルの適応度を調べる解析法である。
- AMOSを活用することによって、お絵描きソフトのような感覚で、重回帰分析、確認的因子分析、相関分析などの多変量解析を拡張し、言語習得モデルを構築することができる。

紹介する内容

1. 基本操作と基本概念
2. 相関分析
3. 重回帰モデル
4. 多重回帰モデル(パス解析モデル)
5. 因子分析モデル(確認的因子分析)
6. 多重指標モデル(モデルの適合度指標を含む)

注: **適合度**については6の多重指標モデルで具体的な数値を見ながら説明します.

1. 基本操作と基本概念

Amos 5.0 Student Versionは無料！

(ただし英語版)

観測変数8つまで

<http://www.amosdevelopment.com/download/>

Student Version - Microsoft Internet Explorer

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

戻る 進む 検索 お気に入り

アドレス http://www.amosdevelopment.com/download/

Amos Development Corp.

Home Site Map

i Student Version

Note: At present the student version of Amos 5 can be downloaded from this page. A student version of Amos 16.0 is not available at this time.

The free Amos student version is identical to the full commercial version of Amos except that the student version is limited to eight observed variables and 54 parameters.

i Installation

To install the student version of Amos 5, download and run [this file](#). The file is 34,095,224 bytes long.

i Online Documentation

You can [download](#) the Amos 16.0 User's Guide.

The University of Texas has a useful Amos [tutorial](#).

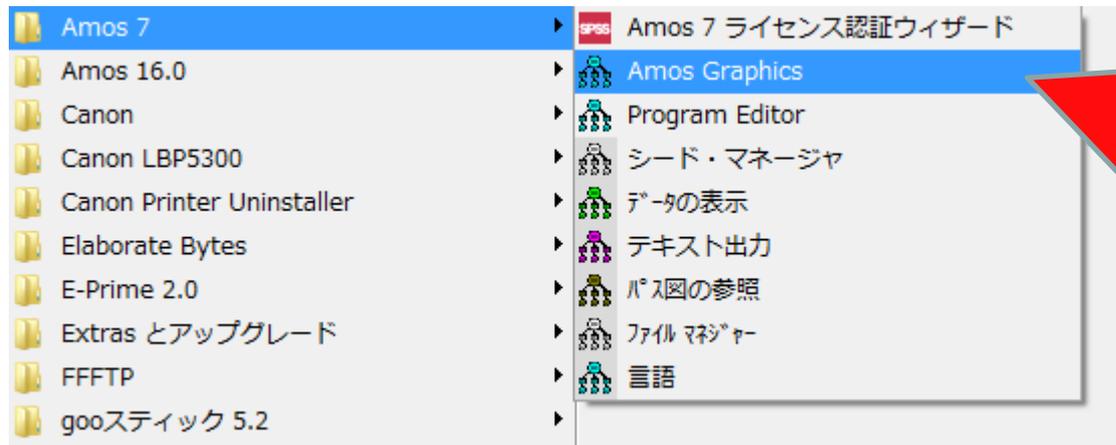
Copyright © 2007, Amos Development Corporation. All Rights Reserved.

ページが表示されました

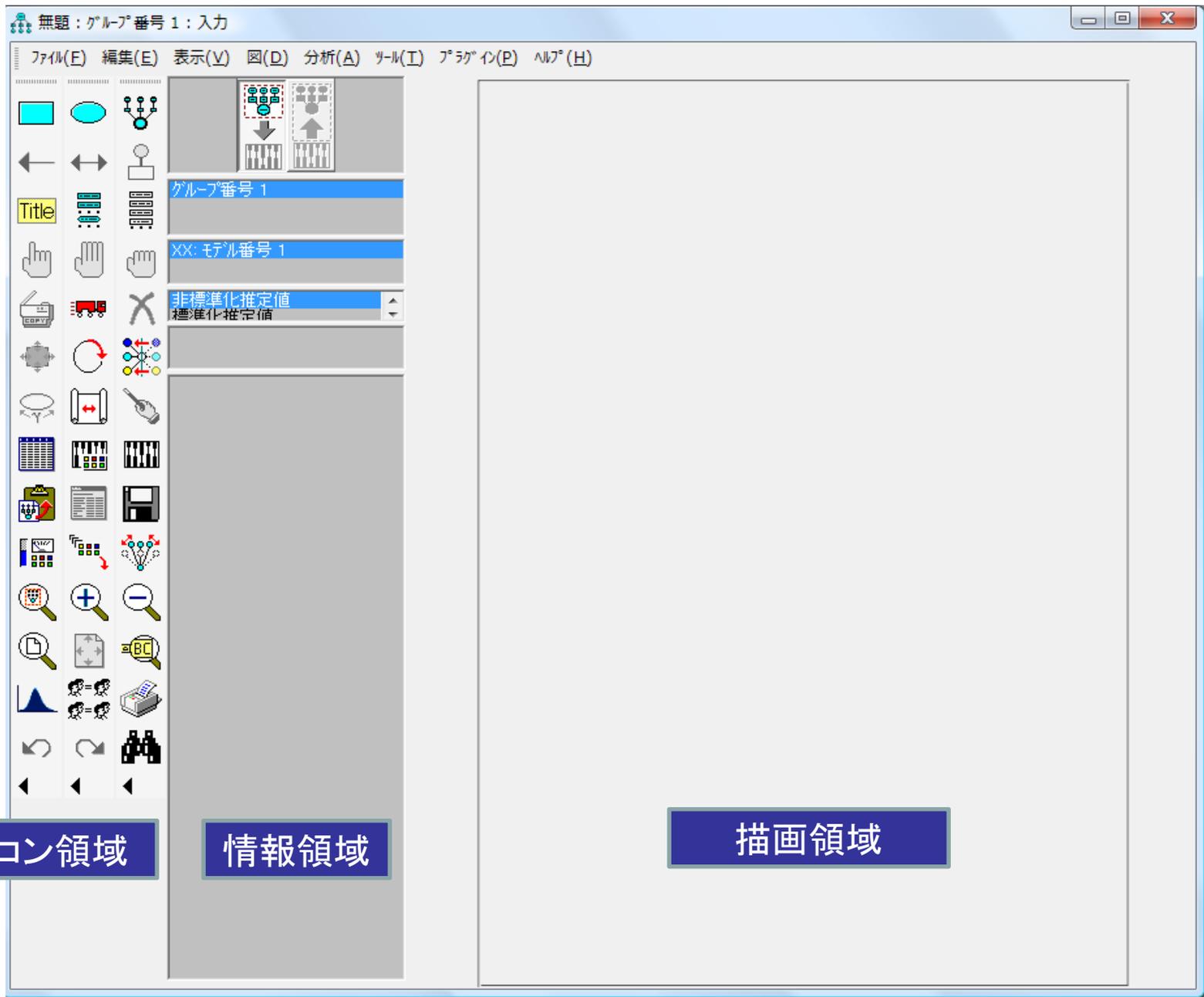
スタート 4 Adobe ... 2008.12 2 Micros... Microsoft ... Student... JP 一般 23:58

AMOSを起動する

- AMOS(Analysis of Moment Structures; 積率構造分析の略)を起動するには, コンピュータのプログラムメニューからAmos Graphicsを選んで, クリックする.



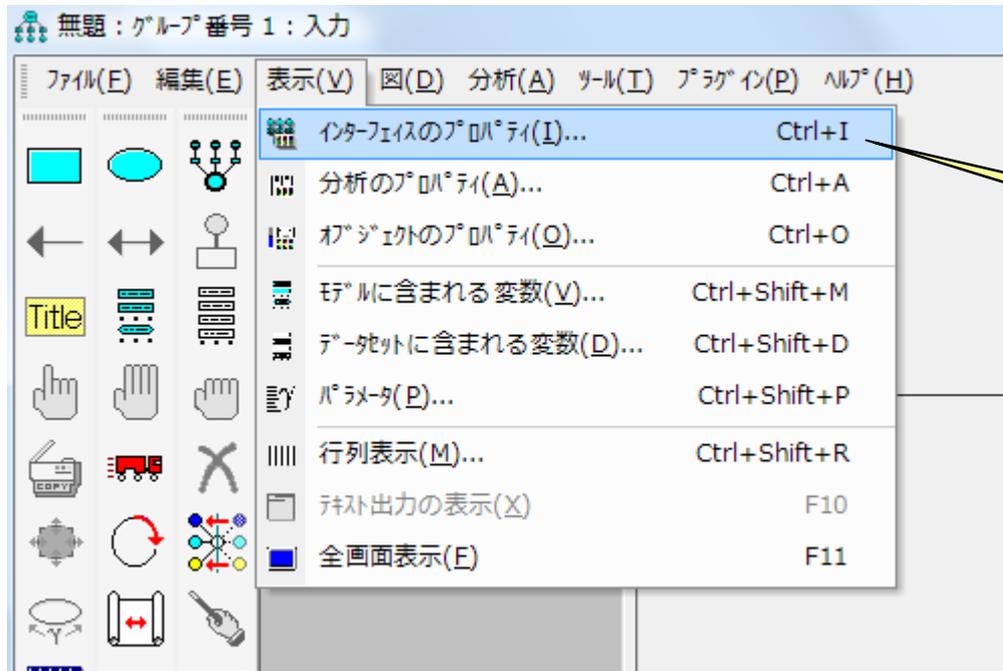
Amos Graphics
を起動！



領域について

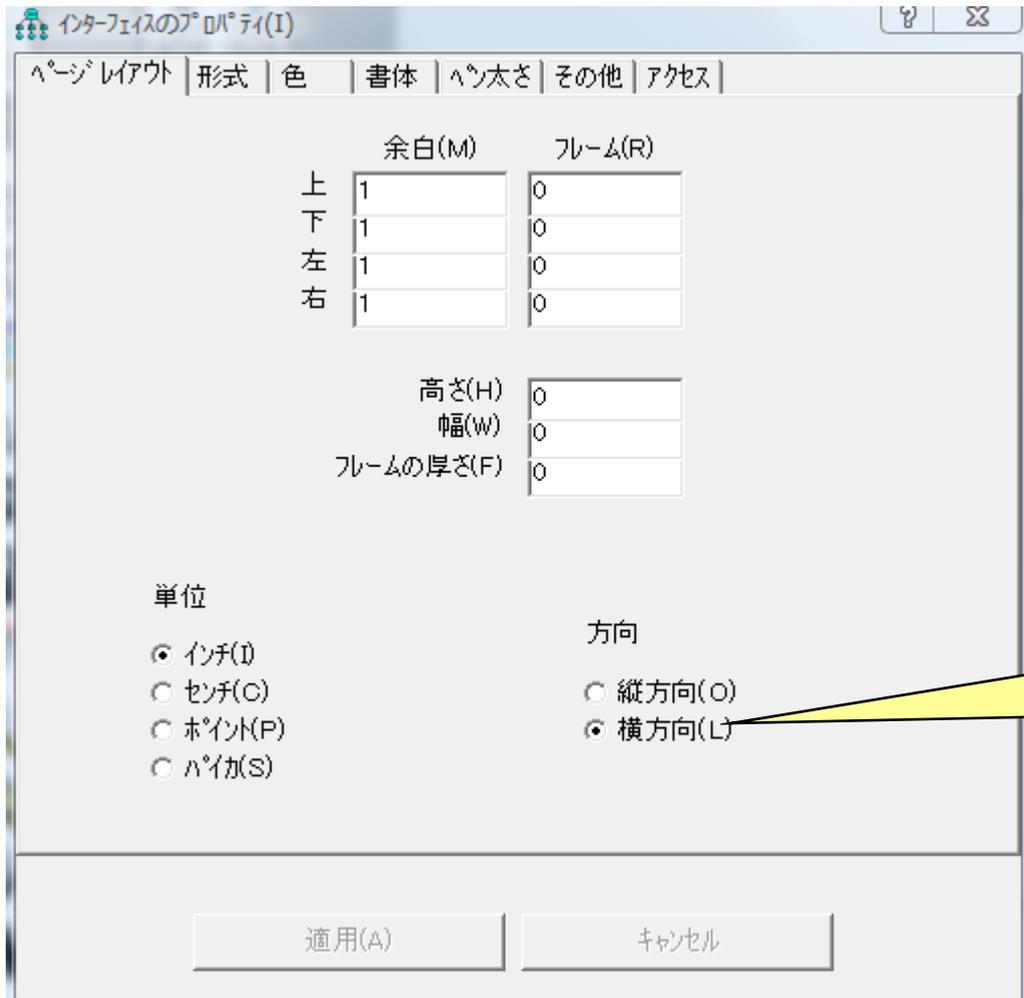
- アイコン領域・・・アイコンが並んでいる領域.
アイコンをクリックすることで, 描画, 修正, 分析などができる. 使用できないアイコンは色が薄くなるので, そういう状況で使用しているかが分かり易くなっている.
- 情報領域・・・複数のモデルやデータが表示される領域.
- 描画領域・・・パス図を描くための領域.

描画領域の設定



描画領域を設定するメニュー

- 「表示」から「インターフェイスのプロパティ(I)」を選んで、余白やページの方向を決める。
- 「縦方向」だと使いにくいので、「横方向」で使うのがよい。しかし、初期設定は縦方向である。因子分析には縦方向の方が使い易いであろう。



これで描画領域の
ページの方向を横
方向にする。

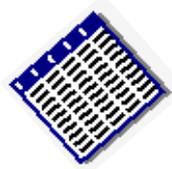
頻繁に使用するアイコンを覚える



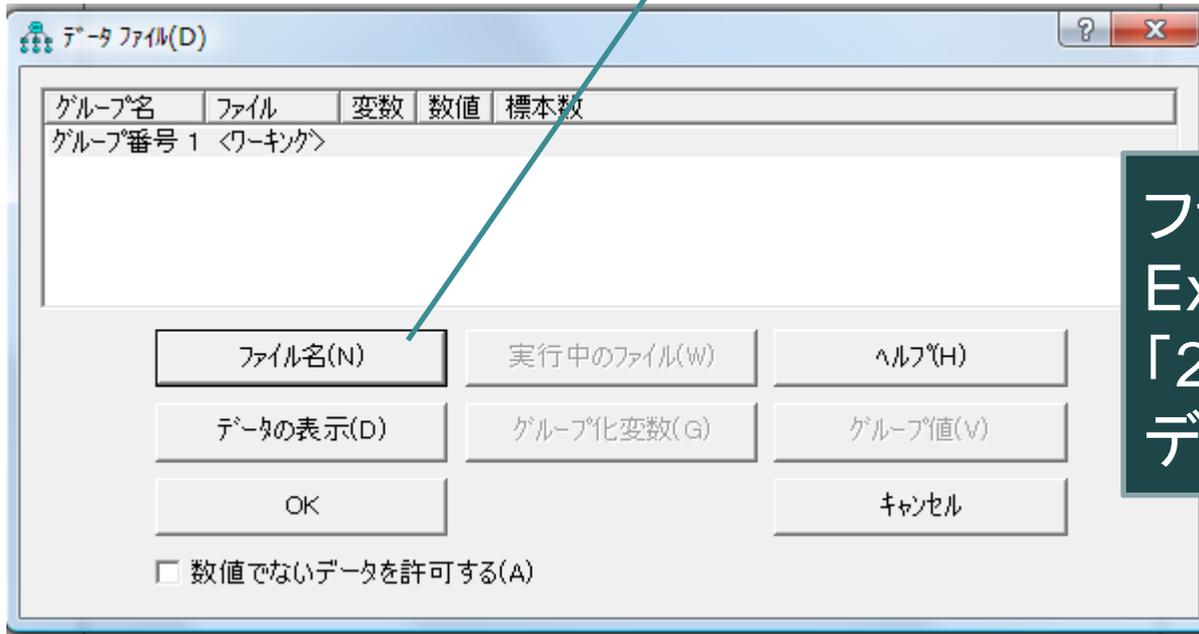
一覧表を参考にしてそれぞれのアイコンの役割を覚えましょう。

AMOSにデータを読み込む

- AMOSは、ExcelからでもSPSSからでもデータを読み込むことができる。(ファイルの種類を選ぶことができ、多様なファイルからデータが読めるようになっている。)
- AMOSを起動して、[ファイル(F)]メニューから[データファイル(D)]を選ぶ。あるいは、アイコンの[データファイルを選択]を選んでも同じ。



ファイル名を選んで、
ファイルを選択する。



ファイルの種類から
Excelを選び、さらに
「2008.12.20 – 趙西安
データ(4変数)」を選ぶ。

Excelのファイルを選ぶと、ワークシートが複数あるときは、どれを選ぶかを聞いてくるので、「SPSSデータ」を選んでOKを押す。

データファイルのデータの表示を選ぶと、以下のよう
にデータ一覧が表示される。これはあくまで参照
するだけなので、閉じる。データファイルも閉じる。



2008.12.2 - 趙西安データ(4変数).xls

ファイル(F) 書式(O) ヘルプ(H)

SPSSデータ
☒
Sheet2
Sheet3

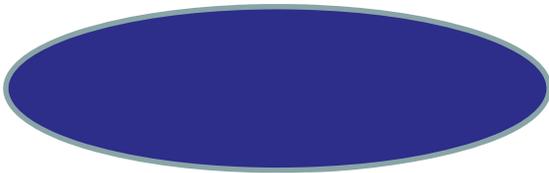
ID	語彙力	文法力	のだ・のか	読解力
1	32	28	37	7
2	45	32	59	11
3	30	30	33	8
4	27	22	28	7
5	29	29	35	7
6	40	31	49	9
7	43	34	48	9
8	44	36	34	9
9	44	28	29	4
10	37	30	47	8
11	41	31	38	5
12	40	30	54	10
13	32	26	34	8
14	39	33	37	7
15	46	28	41	8
16	36	30	49	5
17	33	27	35	6
18	30	29	48	4
19	40	29	48	7
20	46	35	53	7

ワークシート
が表示される。

AMOA(SEM)の変数の表現



- ・・・**観測変数**(実際に測定された変数)
(observed variable)



- ・・・**潜在変数**(理論的に仮定された変数)
(latent variable)



- ・・・**誤差変数**
(error variable)

SEMの因果関係と相関関係の表現



・・・相関関係
(correlation)



・・・因果関係 (パス係数)
(causal relation)

外生変数と内生変数

- **外生変数**・・・一方向の矢印をまったく受けていない変数のこと.



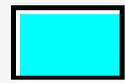
- **内生変数**・・・一方向の矢印を1つでも受けている変数のこと. 内向変数には**誤差変数**が必ずつくことに注意.



2. 相関分析

相関分析のための図を描く

- 観測変数を3つ描く. アイコンから観測変数の四角のアイコンをクリックして, 描画領域へドラッグして四角を描く.



- コピーのアイコンをクリックして, 描画領域の四角にカーソルをもっていき, 四角が赤くなったら, コピーしたいところまでドラッグして離すとコピーができる. さらにもう1つコピーする.



無題 : グループ番号 1 : 入力

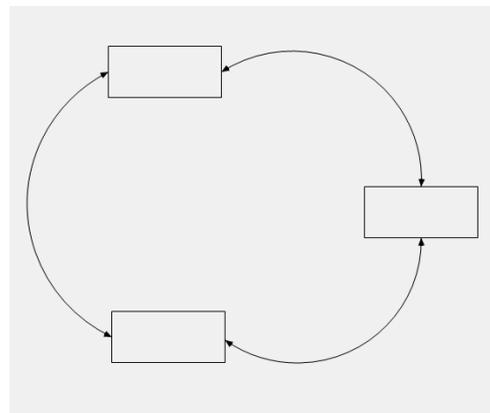
ファイル(E) 編集(E) 表示(V) 図(D) 分析(A) ツール(T) プラグイン(P) ヘルプ(H)

The toolbar includes icons for:

- Basic shapes: rectangle, oval, circle, line, arrow, double-headed arrow.
- Text: 'Title' label.
- Navigation: hand cursor, zoom in (+), zoom out (-), pan.
- Editing: copy, paste, delete, undo, redo.
- Analysis: flowchart symbols, decision diamonds, process rectangles, and a '非標準化推定値' (Non-standardized estimate) label.
- Other: eraser, lasso, and various utility icons.

The main workspace contains three rectangular boxes arranged vertically on the left side, with a larger empty area to their right.

相関関係を描く

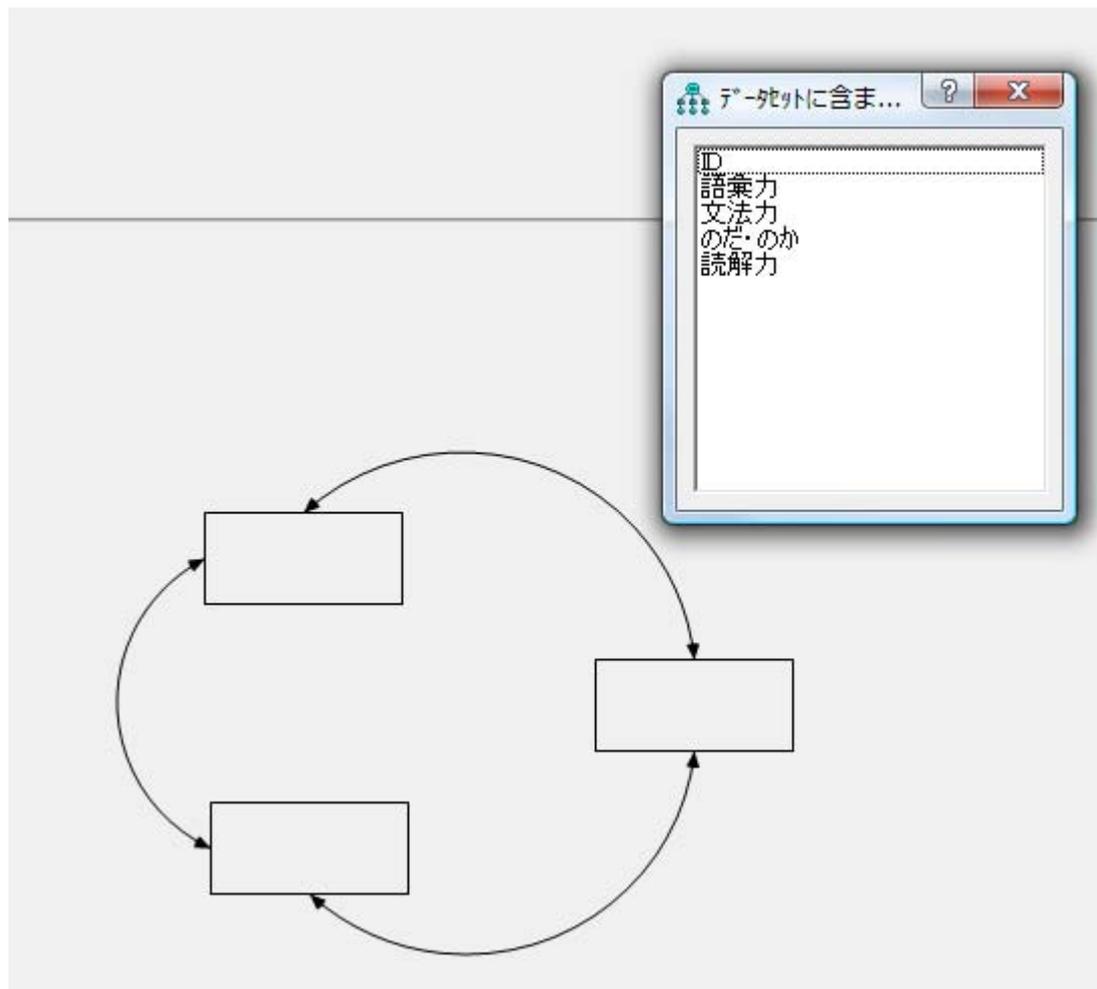


- [共分散を描く(双方向矢印)]のアイコンを選び、クリックする. すると, マウスポインタが双方向の矢印になる.

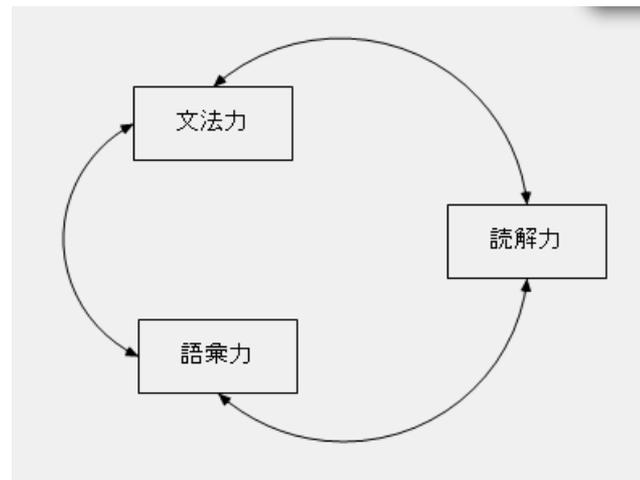


- マウスポインタで2つの四角を結ぶと双方向の矢印が描かれる. さらにもう2回行う. 分析には綺麗に描く必要はない. 結んであればよい.

図に変数を指定する



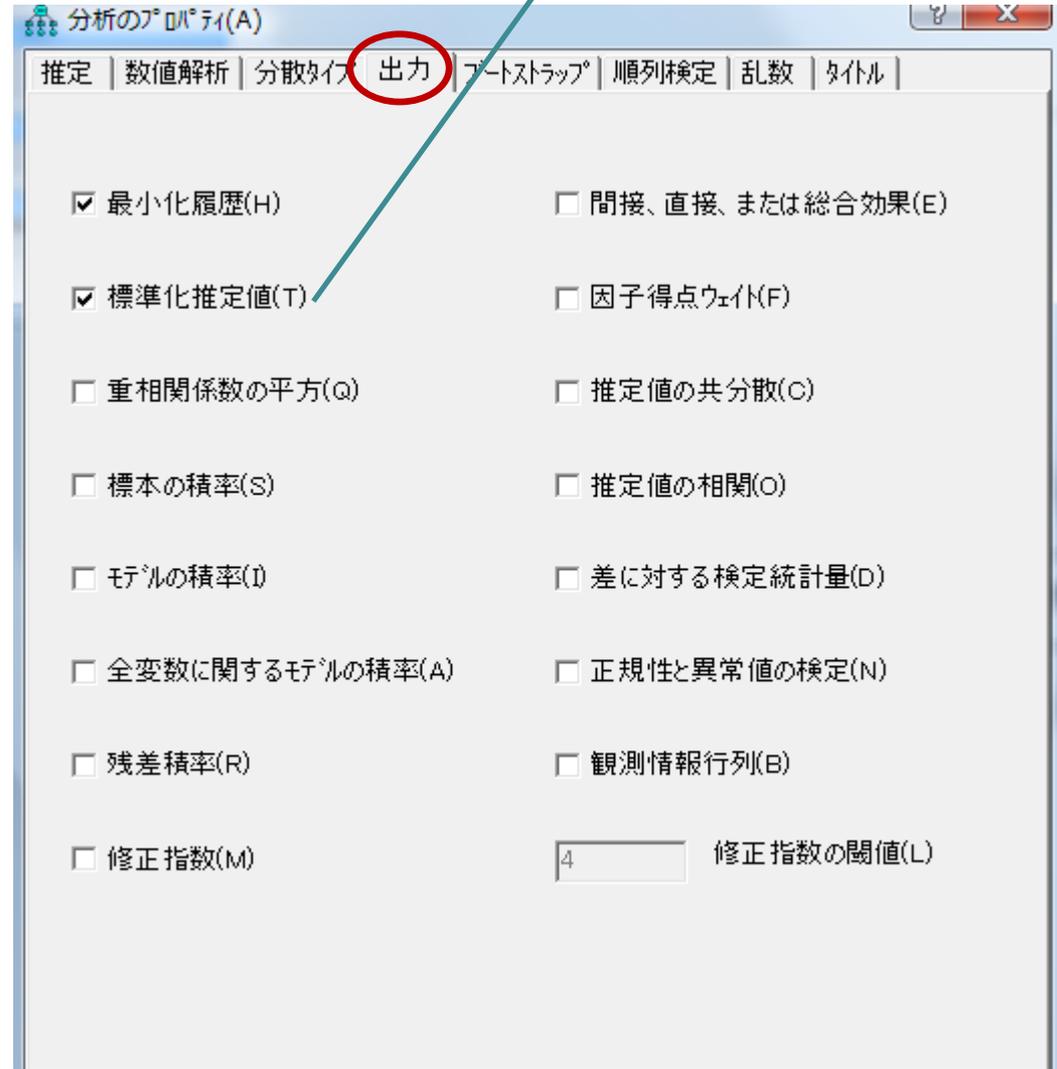
描画領域の四角の中に、各変数をドラッグする。自動的に、変数名が四角に表示される。



パス図の相関関係の分析

[分析のプロパティ]のアイコンをクリックする。あるいは、[表示(V)]メニューから[分析のプロパティ(A)]を選択する。右のようなウィンドウが表示されるので、そこから[標準化推定値(T)]を選ぶ。これで、平均が0、分散が1に標準化したパス係数が出力される。選択したら閉じる。

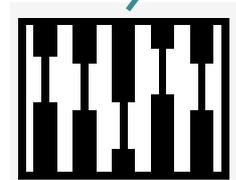
ここを選ぶ。



計算の実行

- [推定値を計算]のアイコンをクリックするか, [分析(A)]メニューから[推定値を計算(C)]を選択すると, ファイル保存場所を聞いてくるので, ファイル名をつけて適当に保存する.
- ファイルが保存されると, 分析が実行される.

算盤(そろばん)のつ
もりのアイコン

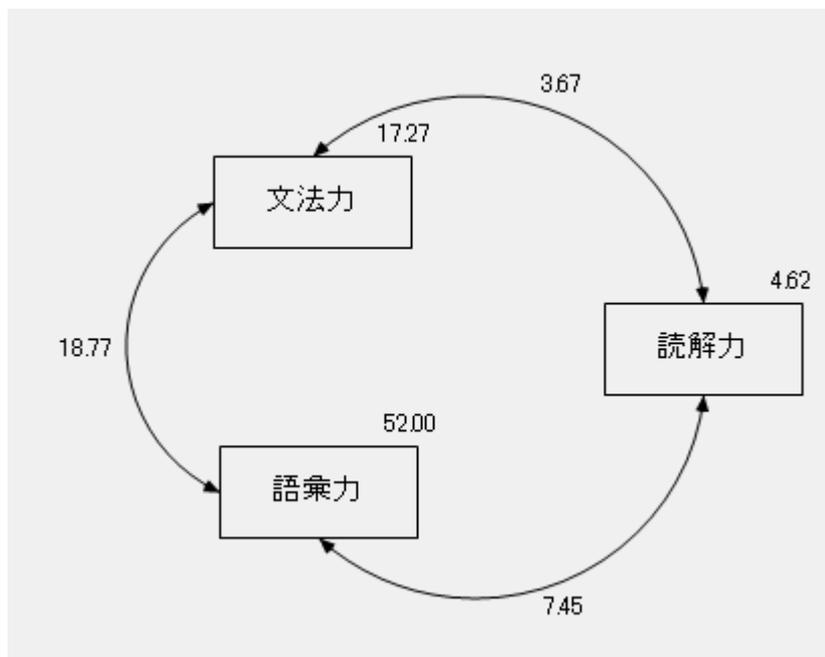


標準化推定値(相関係数)の表示

- [出力パス図の表示]のアイコンをクリックすると、相関関係を描いた図に非標準化推定値で計算した数値が表示される。これは標準化される前の数値なので、[標準化推定値]をクリックする。標準化推定値(実は、相関係数)が表示される。

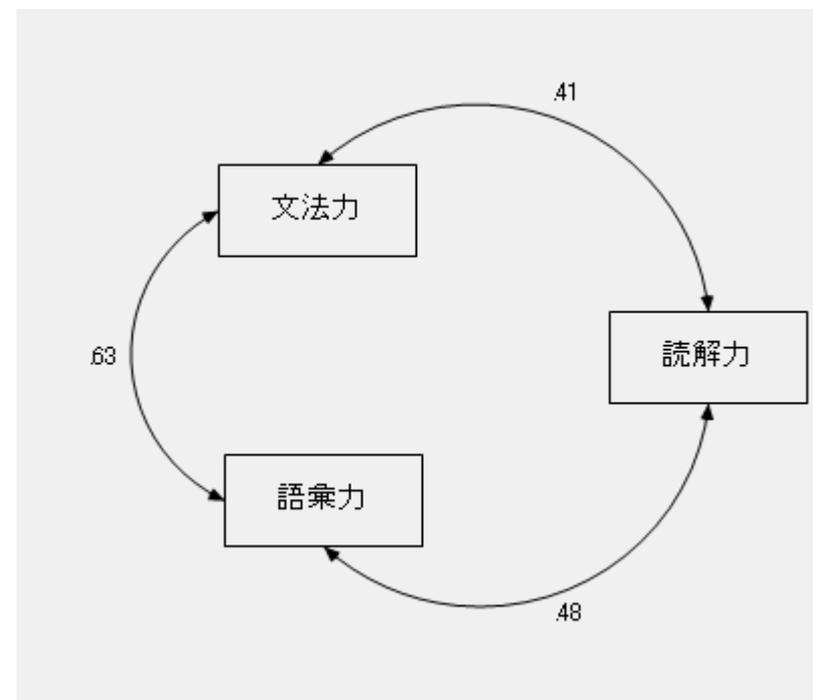


非標準化推定値



この手続きによる分析は、Excel
やSPSS Base Systemで相関係数
を算出したのと同じ数値である。

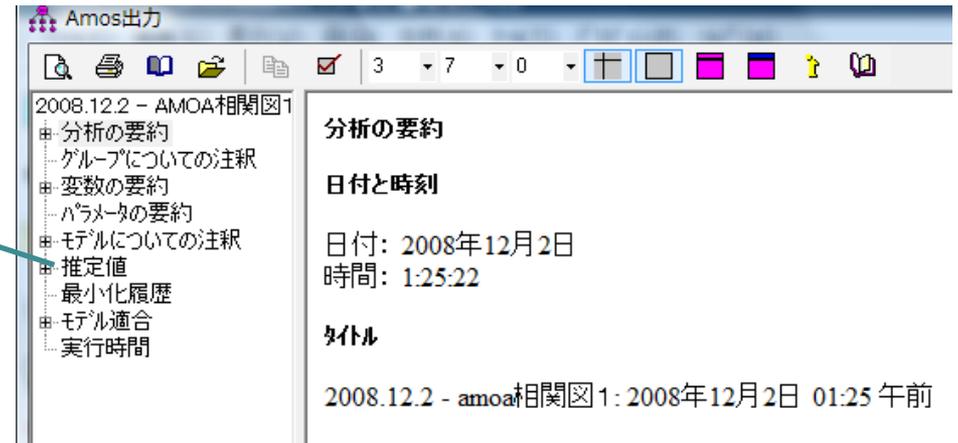
標準化推定値(相関係数)



相関係数の有意水準の判定

- 相関係数が有意であるかどうかを見るには, [テキスト出力の表示]のアイコンをクリックすると「Amos出力」のファイルが表示される. 
- あるいは, [表示(V)]のメニューから[テキスト出力の表示(X)]を選択しても同じである.
- 「Amos出力」から[推定値]の文字をクリックすると, 「共分散」が見える. そこで, 「確率」をみて, その値から判定する. ***の場合は, 0.001のレベルで有意である.
- また, 相関係数は, 「推定値」である.

ここをクリックする。



共分散: (グループ番号 1 - モデル番号 1)

	推定値	標準誤差	検定統計量	確率	ラベル
文法力 <--> 語彙力	18.767	2.368	7.925	***	
文法力 <--> 読解力	3.669	.647	5.672	***	
語彙力 <--> 読解力	7.447	1.152	6.466	***	

確率(有意水準)

*** $p < .001$

相関係数: (グループ番号 1 - モデル番号 1)

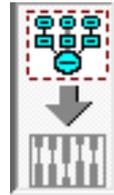
	推定値
文法力 <--> 語彙力	.626
文法力 <--> 読解力	.411
語彙力 <--> 読解力	.480

相関係数

3. 重回帰モデル

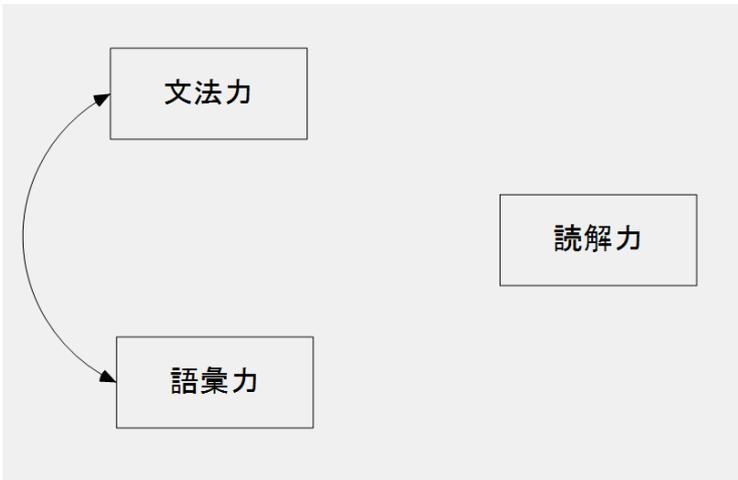
重回帰分析による因果関係の分析

- 相関係数の図を，語彙力と文法力で読解力を予測する重回帰分析にするには，「入力パス図」のアイコンをクリックして，表示された数値を消す．



- 次に，[オブジェクトを消去]のアイコンをクリックする．×印のマウスポインターが出るので，それを相関係数を意味する双方矢印に持っていき，クリックすると矢印が消える．そうやって，語彙力と文法力から読解力への双方矢印を2つ消す．

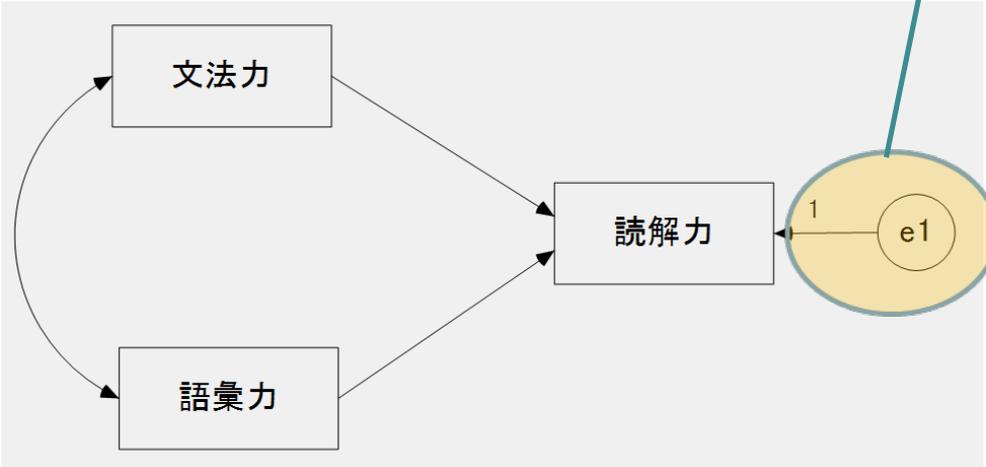




[パスを描く(一方向矢印)]のアイコンをクリックすると、一方向の矢印のマウスポインタが表示される。それを、文法力および語彙力から読解力へ結ぶ。

重回帰分析のパス図

誤差変数



[パスを描く(一方向矢印)]のアイコンをクリックすると、一方向の矢印のマウスポインタが表示される。それを、文法力および語彙力から読解力へ結ぶ。さらに、観測変数を予測する場合には、誤差が想定されるので、[既存の変数に固有の変数を追加]のアイコンをクリックして、読解力に誤差変数を描く。読解力の変数の上で、クリックすると、一方向の矢印の付いて○の変数が描かれる。この上で、クリックして、[オブジェクトのプロパティ]を選択して、e1の変数名を付ける。

重回帰式・・・ $Y = a_1X_1 + a_2X_2 + e_1$

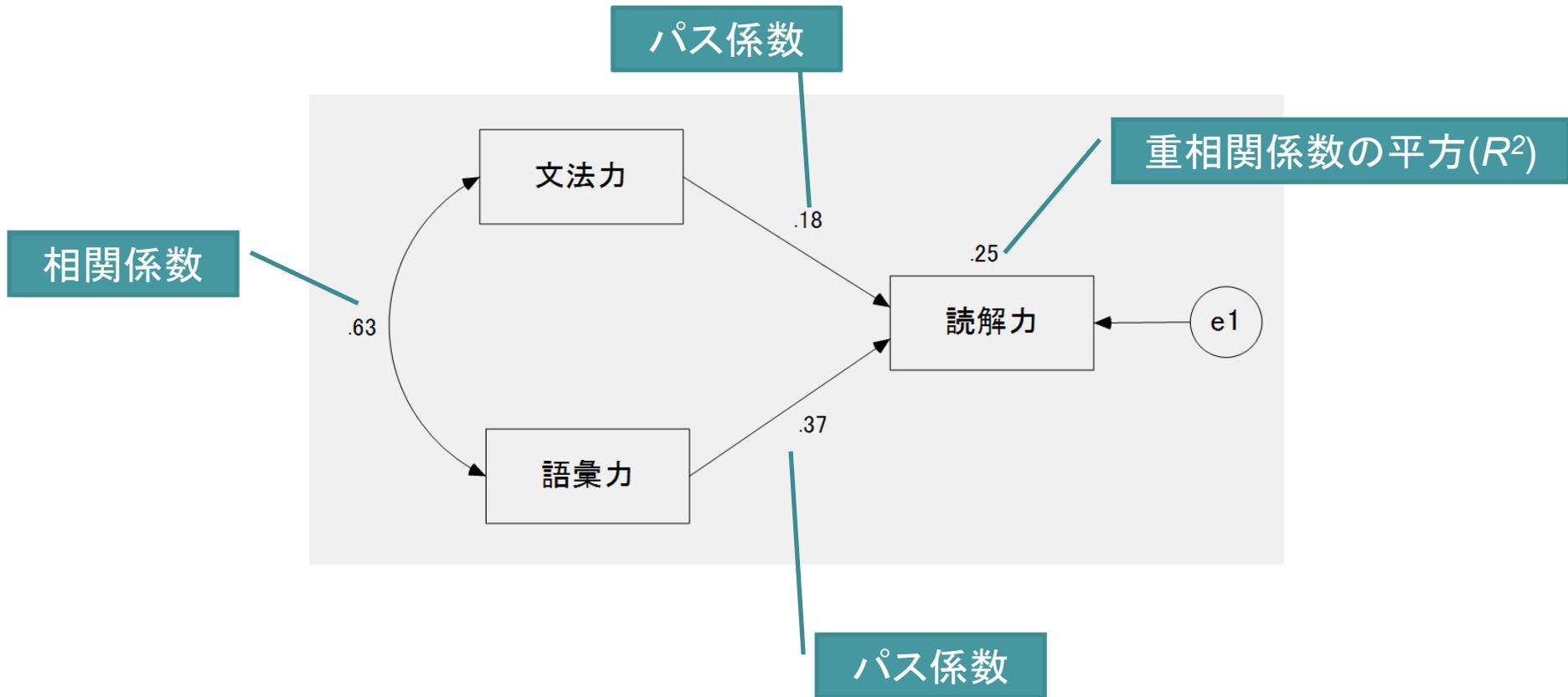
重回帰分析の実行

- [分析のプロパティ]のアイコンをクリックして, [表示(V)]メニューから[分析のプロパティ(A)]を選択する.



- [出力]のタブをクリックして, [標準化推定値(T)](相関係数の計算ですでにチェックが入っているはず)と[重相関係数の平方(Q)]にチェックを入れる. 重相関係数の平方とは, 決定係数の R^2 のことである. それを算出して, パス図に描いてくれる.

重回帰分析のパス図



読解力は、文法力と語彙力で25%説明できるという重回帰分析ができた。

因果関係の有意確率

パス係数が有意であるかどうかを見るには、[テキスト出力の表示]のアイコンをクリックすると「Amos出力」のファイルが表示される。「Amos出力」から[推定値]の文字をクリックすると、「係数」が見える。そこで、「確率」をみて、その値から判定する。



確率(有意水準)

係数: (グループ番号 1 - モデル番号 1)

	推定値	標準誤差	検定統計量	確率	ラベル
読解力 <--- 文法力	.093	.038	2.430	.015	
読解力 <--- 語彙力	.109	.022	4.940	***	

標準化係数: (グループ番号 1 - モデル番号 1)

	推定値
読解力 <--- 文法力	.181
読解力 <--- 語彙力	.367

パス係数

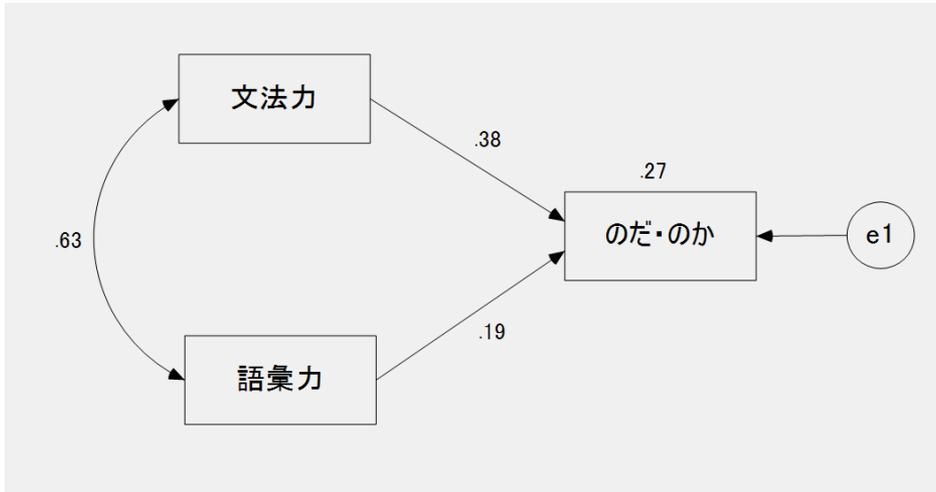
文法力から読解力は $p < .05$ で、語彙力から読解力は $p < .001$ で有意である。

4. 多重回帰モデル (パス解析モデル)

多重回帰モデル

- 重回帰モデルを2つ以上組み合わせたモデルのことである.
- 語彙力と文法力で読解力を予測するモデルは重回帰モデルである. ここでもう1つ, 語彙力と文法力でもモダリティーとしての「のだ」「のか」の理解を予測する重回帰モデルを想定する.
- 両方の重回帰モデルを組み合すと多重回帰モデルになる.

「モダリティとしての「のだ」「のか」の習得



「のだ・のか」の習得についても同じ重回帰モデルを仮定して、分析した($R^2=.27$). 今度は、文法力からの影響(パス係数が.38, $p<.001$)の方が、語彙力(パス係数が.19, $p<.01$)よりも強くなった。

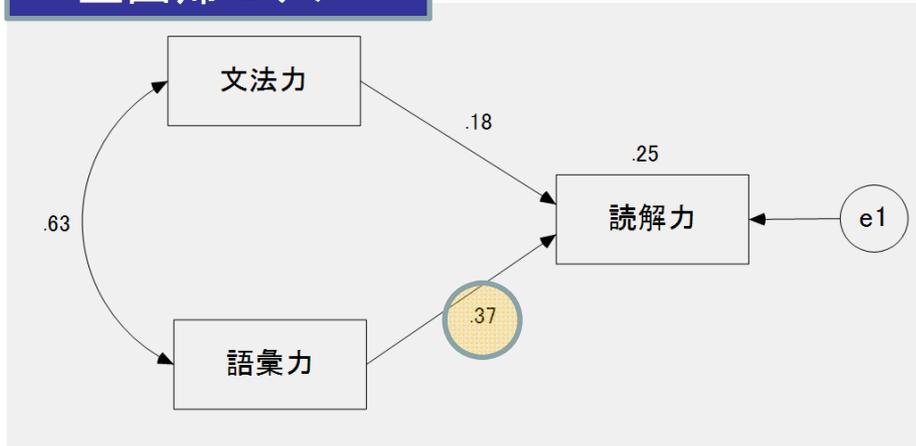
係数: (グループ番号 1 - モデル番号 1)

	推定値	標準誤差	検定統計量	確率	ラベル
のだ・のか <--- 文法力	.919	.176	5.225	***	
のだ・のか <--- 語彙力	.265	.101	2.613	.009	

標準化係数: (グループ番号 1 - モデル番号 1)

	推定値
のだ・のか <--- 文法力	.382
のだ・のか <--- 語彙力	.191

重回帰モデル

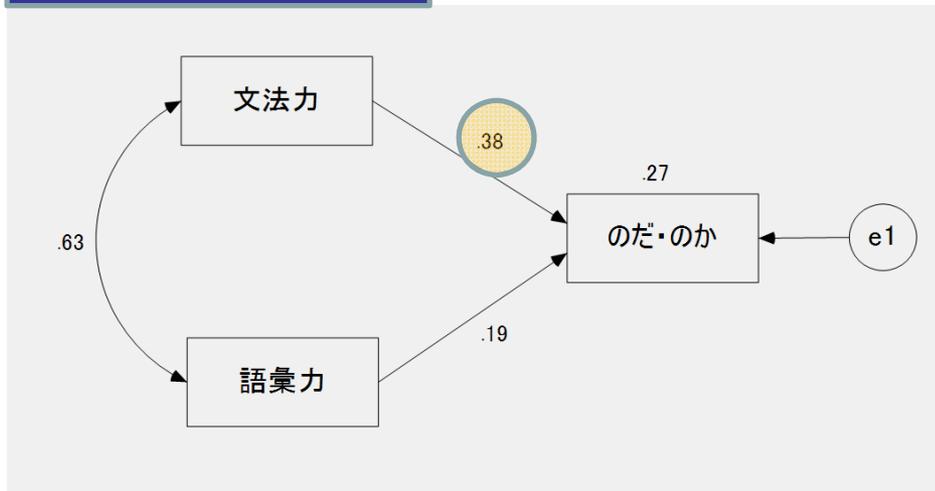


+

=

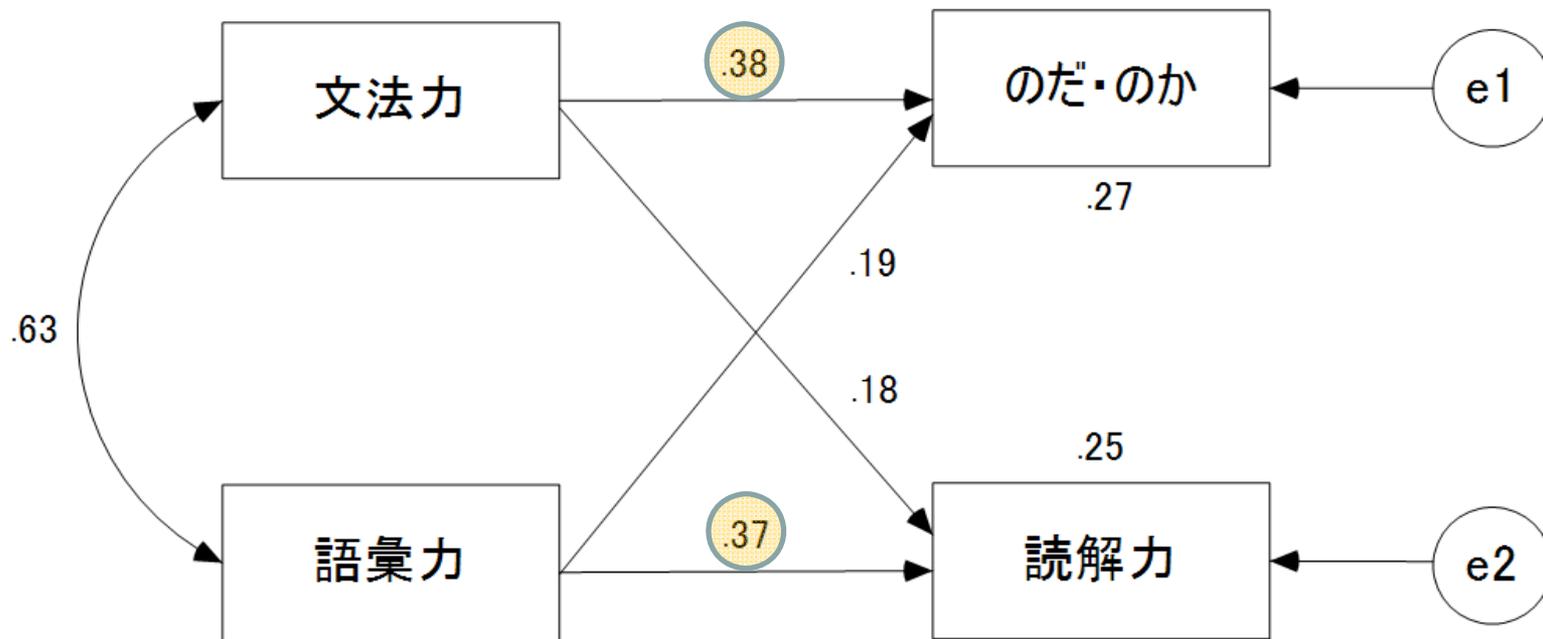
多重回帰モデル

重回帰モデル



多重回帰モデル

コントラストが綺麗に出せる



		推定値	標準誤差	検定統計量	確率	ラベル
のだ・のか	<--- 文法力	.919	.176	5.225	***	
読解力	<--- 語彙力	.109	.022	4.940	***	
のだ・のか	<--- 語彙力	.265	.101	2.613	.009	
読解力	<--- 文法力	.093	.038	2.430	.015	

標準化係数: (グループ番号 1 - モデル番号 1)

		推定値
のだ・のか	<--- 文法力	.382
読解力	<--- 語彙力	.367
のだ・のか	<--- 語彙力	.191
読解力	<--- 文法力	.181

パス図の標準化係数(パス係数)の有意確率を確認する。すべての因果関係が有意である。しかし、その有意レベルは異なる。

共分散: (グループ番号 1 - モデル番号 1)

		推定値	標準誤差	検定統計量	確率	ラベル
文法力	<--> 語彙力	18.767	2.368	7.925	***	

相関係数: (グループ番号 1 - モデル番号 1)

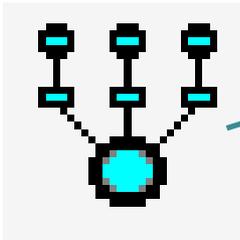
		推定値
文法力	<--> 語彙力	.626

相関係数の有意確率を確認する。

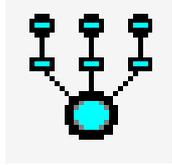
5. 因子分析モデル (確認的因子分析)

図を描く

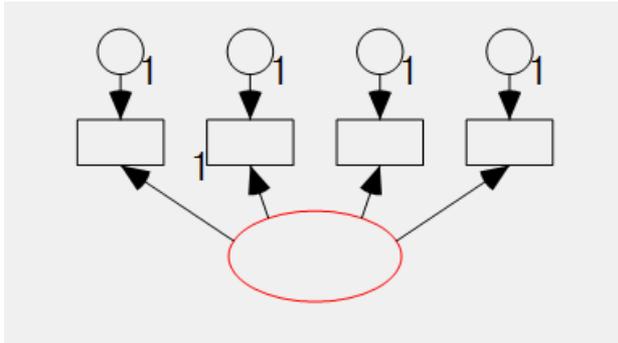
- 潜在変数を1つと観測変数を4つ描く. アイコンから「潜在変数を描く, あるいは指標変数を潜在変数に追加」というアイコンをクリックして, 描画領域へドラッグして描く.



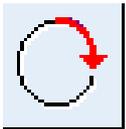
こんなアイコンです.



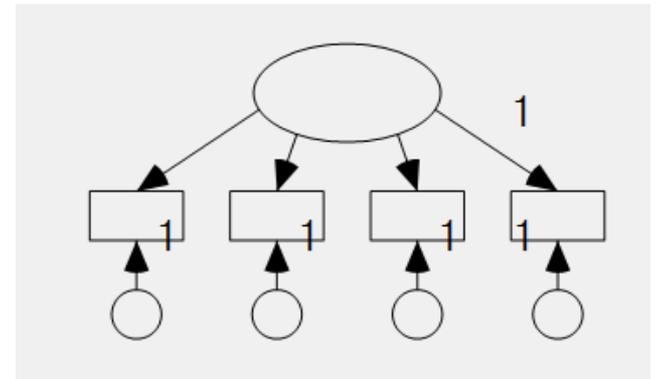
アイコンを描画領域にドラッグして、クリックするとまず潜在変数が描かれ、次にクリックすると観測変数を誤差変数が1対ずつ描かれる。



潜在変数を構成する数の分だけ、観測変数と誤差変数を描く(語彙の知識と仮定される潜在変数は、和語・漢語・外来語・機能語の4観測変数から成ると仮定しているので、4つ描く)。



「潜在変数の指標変数を回転」というアイコンを選んで、描画領域になる潜在変数までドラッグして、クリックすると観測変数と誤差変数が回転する。



図に変数を指定する

The screenshot shows a software interface with a menu bar (File, Edit, View, Diagram, Analysis, Rules, Plugins, Help) and a toolbar on the left. The main workspace contains a diagram with a central oval node and four rectangular nodes below it, each connected by an arrow. A callout box points to a specific icon in the toolbar, and another callout box points to a variable selection dialog box. A third callout box explains the process of dropping variables into the diagram.

無題: グループ番号 1: 入力

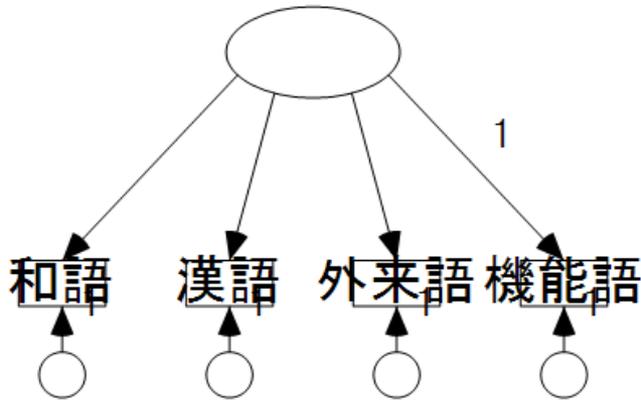
ファイル(E) 編集(E) 表示(V) 図(D) 分析(A) ルール(I) プラグイン(P) ヘルプ(H)

ここを選ぶ.

ここから変数を選んで、以下の図にドロップすると自動的に名前がつく.

性別
学年
月齢
語彙合計
動詞
形容詞
名詞
機能語
和語
漢語
外来語
文末合計

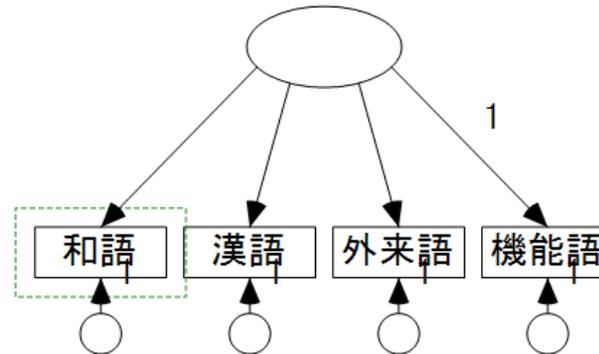
```
graph TD; A([ ]) --> B[ ]; A --> C[ ]; A --> D[ ]; A --> E[ ]; B --> F(( )); C --> G(( )); D --> H(( )); E --> I(( ));
```



これでは綺麗ではないので、変数名などを修正する。

マウスの右クリックで「オブジェクトののプロパティ」を選ぶと文字の大きさなどいろいろな選択ができる。

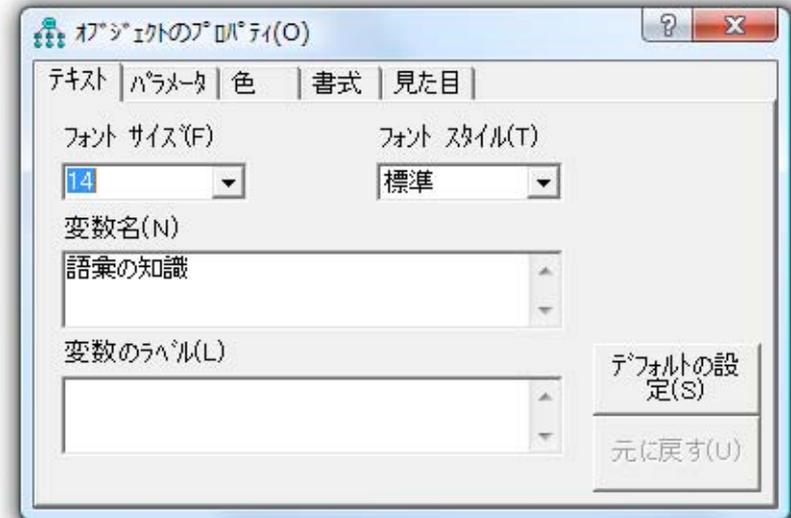
変数名の「和語」のフォントを14にする。そうすると、自動的に図の表示が変わる。これを全部の観測変数について繰り返す。



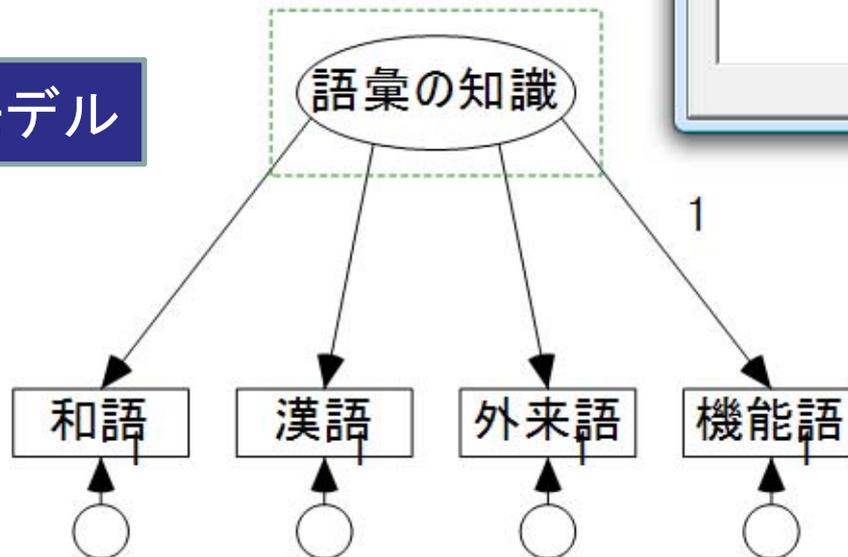
少しスマートな図にするために、の「対称性の保存」のアイコンを選ぶ。さらに、「オブジェクトを移動」のアイコンを選んで、観測変数を伸ばして、図をスマートにして、後々の分析結果の数字が読みやすいようにする。

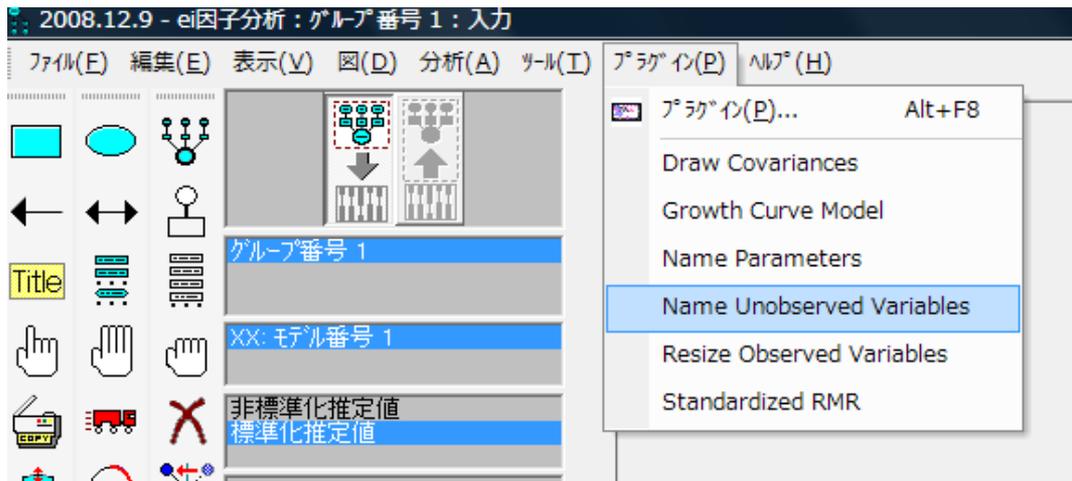
確認的因子分析 (Confirmatory Factor Analysis)

潜在変数(latent variable)は、理論的に仮定した変数なので、まだ存在していない。そこで、マウスの右クリックで「オブジェクトのプロパティ」を選び、変数名に「語彙の知識」を入れて、4つの観測変数(observed variables)に**共通な因子(common factor)**と仮定する。そして、4つの観測変数がどのくらい潜在変数である「語彙の知識」に貢献しているかを分析する。これが**確認的因子分析**である。



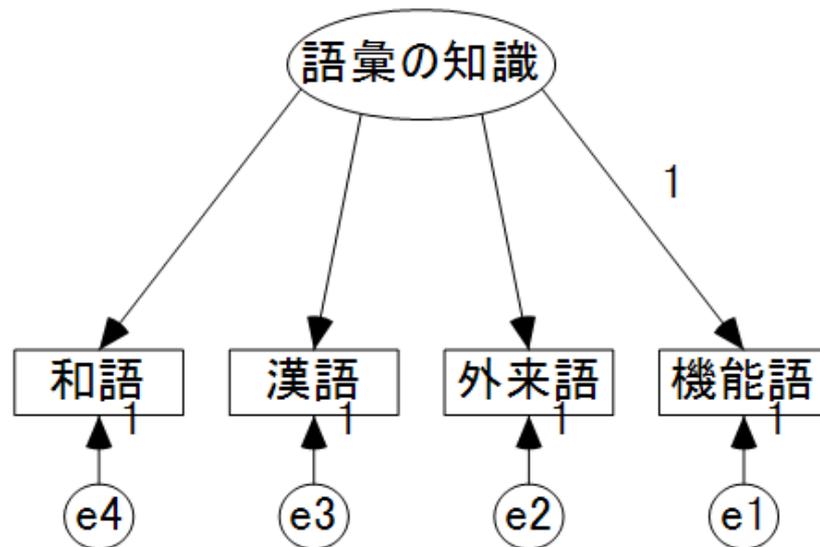
因子分析モデル





誤差変数に名前がついていないので、名前をつける。メニューからプラグインを選び、英語で書かれたName Unobserved Variablesを選択すると、自動的に誤差変数に名前をつけてくれる。

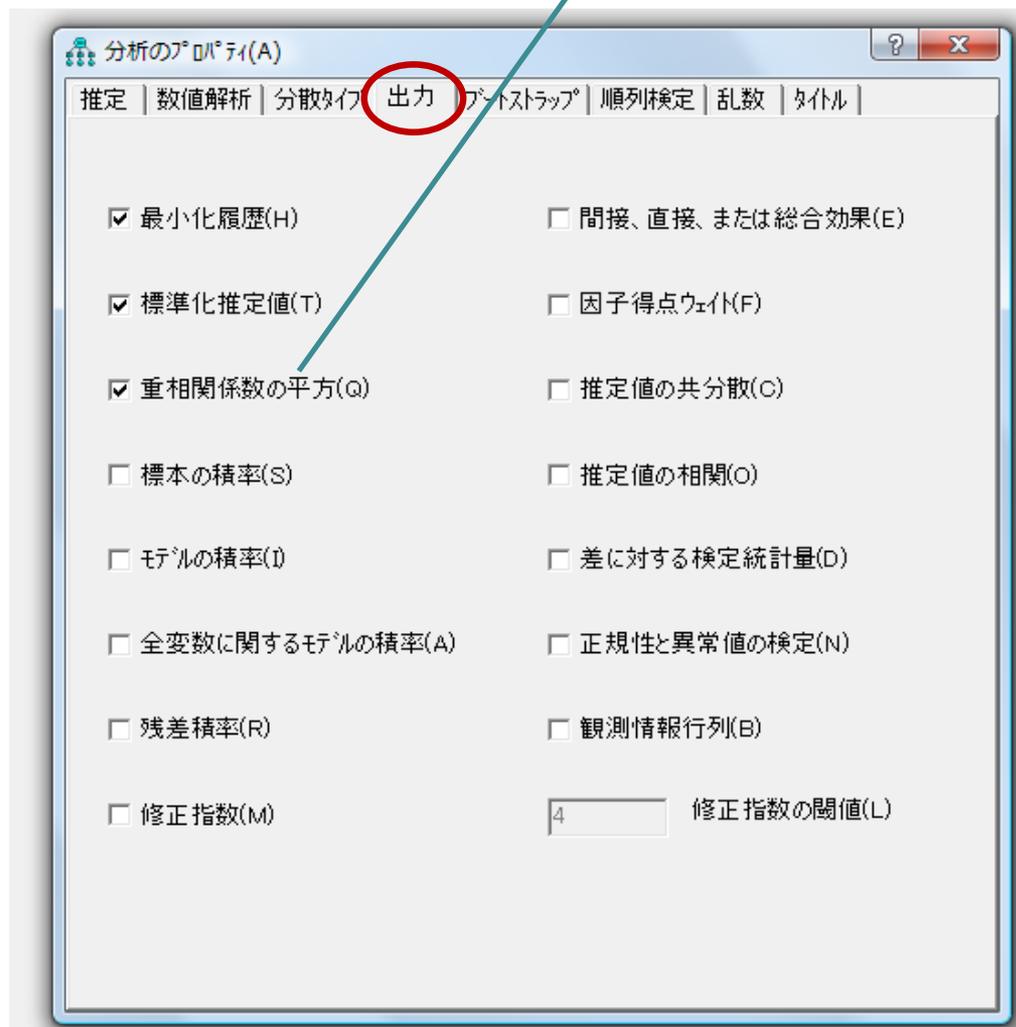
文字が大きすぎたり、誤差変数の位置が観測変数に近すぎたりするので、アイコンをクリックして、綺麗になるように修正する。



因子分析ための出力を選ぶ

ここを選ぶ。

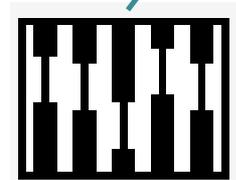
[分析のプロパティ]のアイコンをクリックする。あるいは、[表示(V)]メニューから[分析のプロパティ(A)]を選択する。[出力]タブの中に右のようなウィンドウが表示されるので、そこから[標準化推定値(T)],「重相関係数の平方(Q)」を選ぶ。



計算の実行

- [推定値を計算]のアイコンをクリックするか, [分析(A)]メニューから[推定値を計算(C)]を選択すると, ファイル保存場所を聞いてくるので, ファイル名をつけて適当に保存する.
- ファイルが保存されると, 分析が実行される.

算盤(そろばん)のつ
もりのアイコン



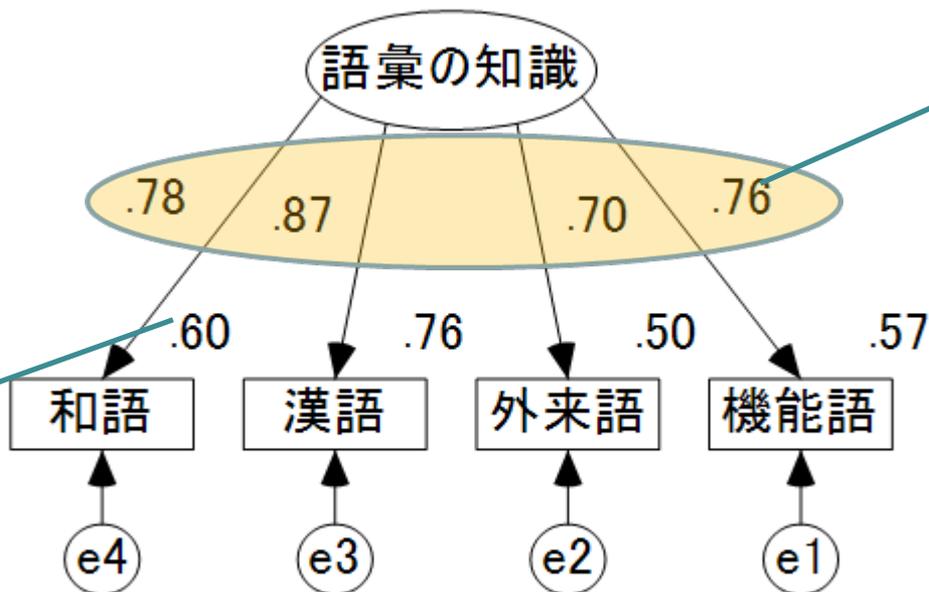
標準化推定値と重相関係数の平方の表示

- [出力パス図の表示]のアイコンをクリックすると、パス図に数値が表示される。
- これは標準化される前の数値なので、[標準化推定値]をクリックする。標準化推定値と重相関係数の平方が表示される。



因子分析モデル

語彙の知識への4つの尺度のパス係数(標準化係数)である。潜在変数への貢献度を示す。



重相関係数の平方和を示す。

標準化係数の有意確率

確認的因子分析, 相関関係, 因果関係の標準化係数(パス係数)が有意であるかどうかは, 「テキストの出力」をクリックすると見ることができる。「推定値」をクリックして, 有意確率を確認する.

最尤(ML)推定値

係数: (グループ番号 1 - モデル番号 1)

		推定値	標準誤差	検定統計量	確率	ラベル
機能語 <---	語彙の知識	1.000				
外来語 <---	語彙の知識	.802	.078	10.244	***	
漢語 <---	語彙の知識	.995	.080	12.422	***	
和語 <---	語彙の知識	1.319	.116	11.368	***	

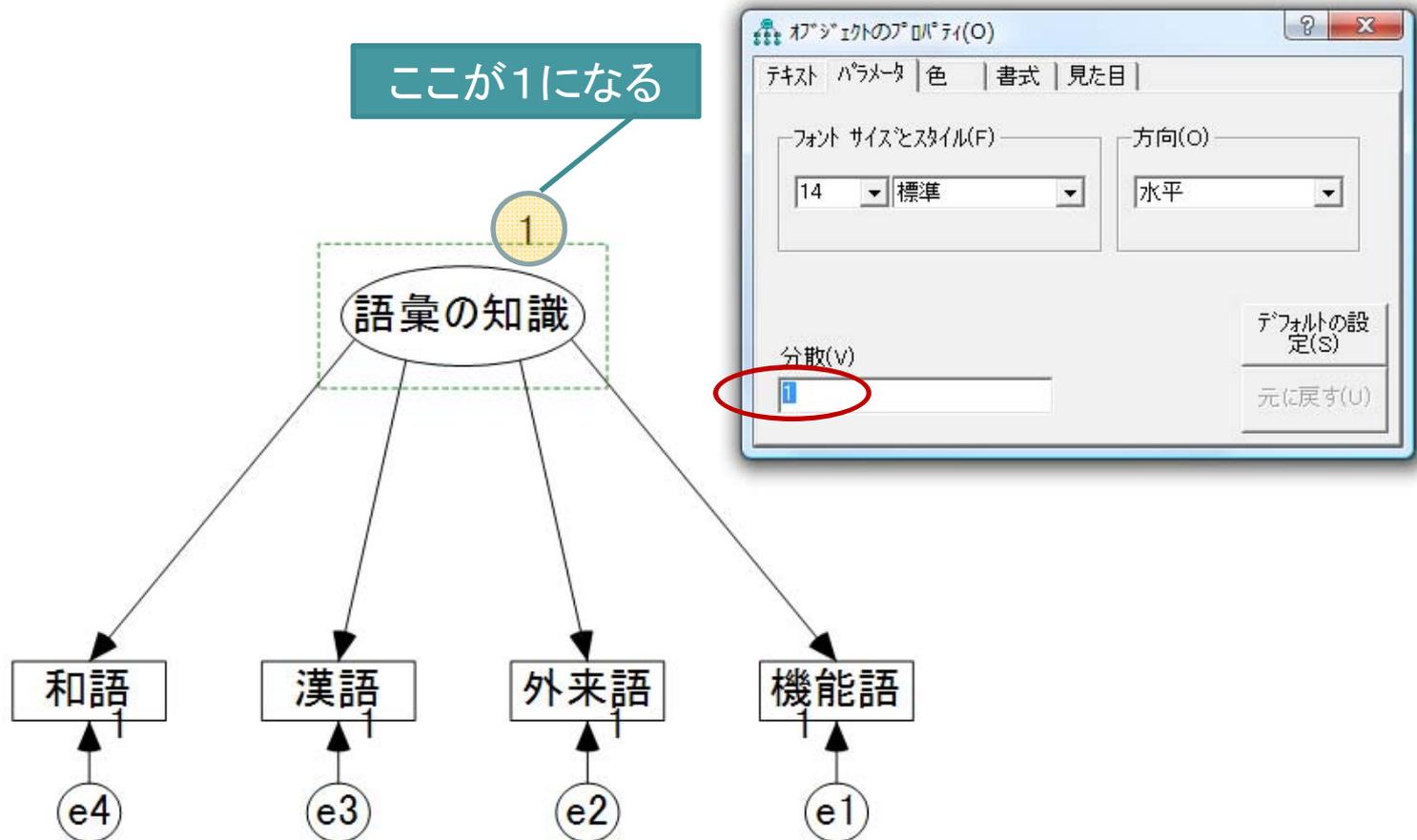
$p < .001$

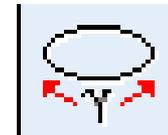
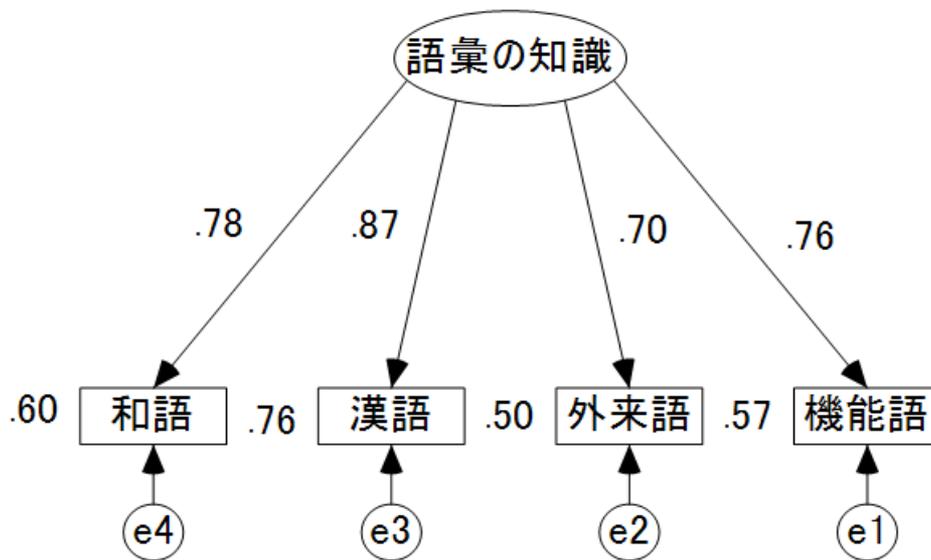
標準化係数: (グループ番号 1 - モデル番号 1)

		推定値
機能語 <---	語彙の知識	.758
外来語 <---	語彙の知識	.704
漢語 <---	語彙の知識	.875
和語 <---	語彙の知識	.778

すべての標準化係数の推定値が有意であることが分かる。ただし, 機能語は1に固定しているため, 有意確率は計算されない。(潜在変数の分散を1にして, 機能語の1を削除すると, 有意確率が計算される。)

潜在変数の分散を1にするには, オブジェクトのプロパティで, 分散に1を入力する. すでに1に固定されている因果関係の矢印の1を同様の方法で削除することを忘れないこと.

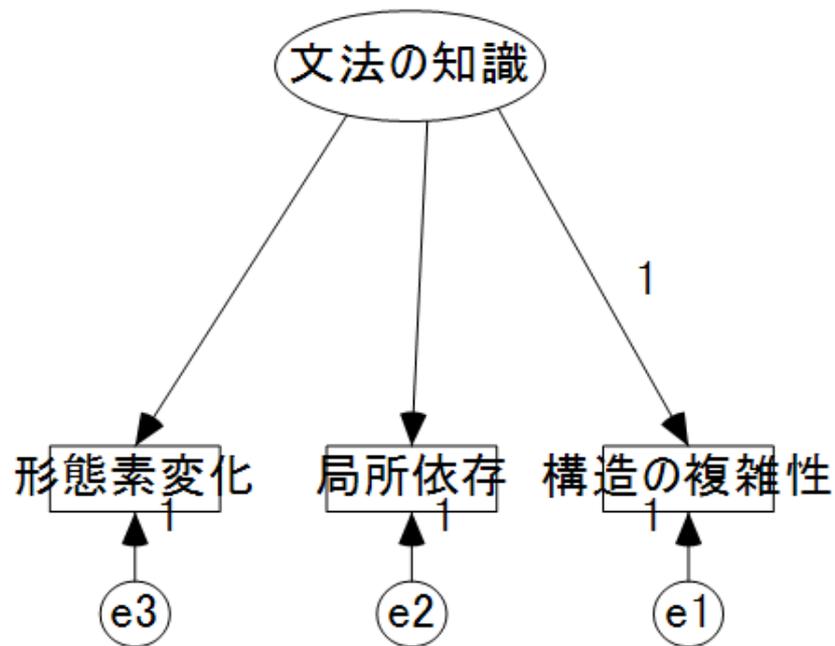




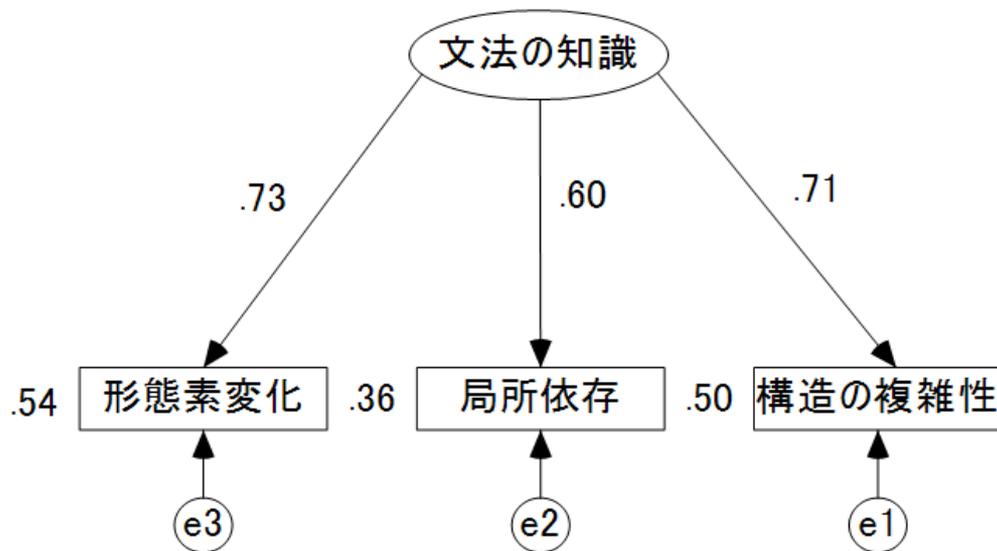
このアイコンを使って、数値を自由に動かし、数値の位置を綺麗に整える。また、対称性や移動のアイコンも利用して、図を綺麗に仕上げる。

和語が.78, 漢語が.87, 外来語が.70, 機能語が.76となり、漢語の知識がもっとも潜在変数の「語彙の知識」に貢献している。どの観測変数もパス係数(標準化推定値)が0.70以上で高く、語彙の知識にはこれら4つの語種が、大きく貢献していることが分かる。観測変数の左横の数値は重相関係数の平方である。例えば、和語の0.60はの場合であれば、0.78を二乗したものである。これは、重回帰分析の決定係数(R^2)のようなもので、予測力を示す。しかし、すでにパス係数が表示されているので、そちらを参考にする。

「文法の知識」(潜在変数)についても同じ 確認的因子分析を行う



「語彙の知識」の時のように、3つの観測変数を入れ、潜在変数の変数名「文法の知識」を書き込み、描画関係のアイコンを使って図の形を整える。そして、同じ確認的因子分析を実行する。



潜在変数の「文法の知識」に、もっとも貢献しているのは、パス係数が.73の形態素変化で、次に.71の構造の複雑性である。局所依存は、.60でやや弱い。しかし、テキストの出力を見ると、これらの数値はすべて有意に高い。

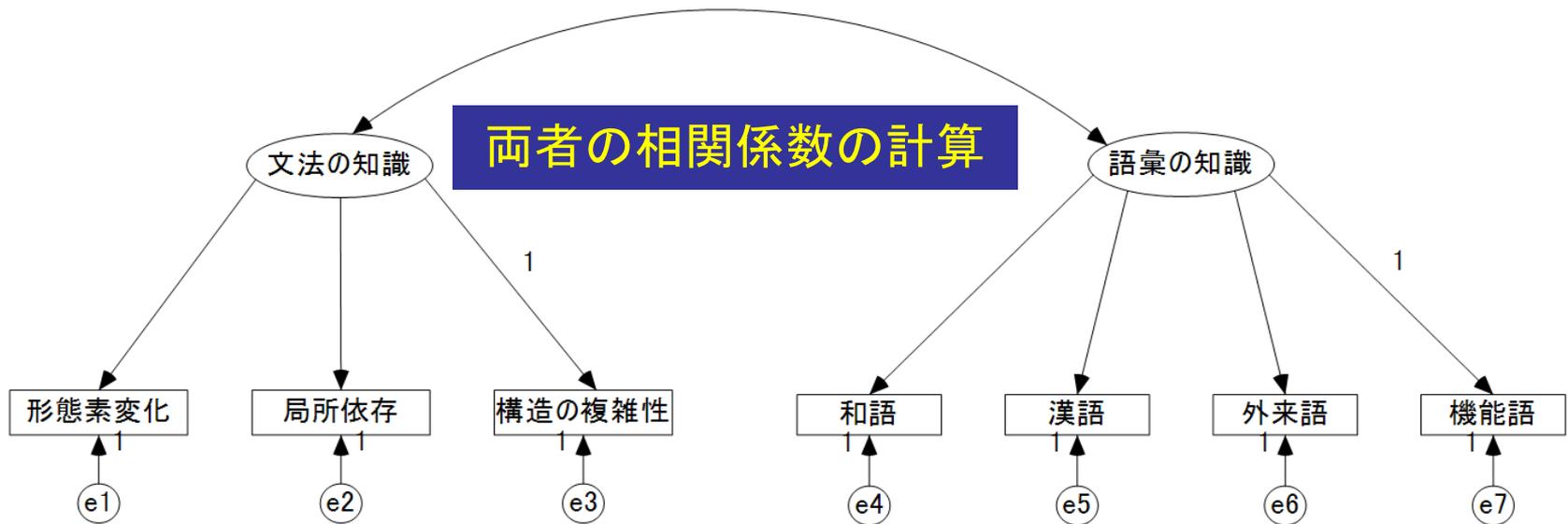
		推定値	標準誤差	検定統計量	確率	ラベル
形態素変化	<--- 文法の知識	.905	.138	6.576	***	
局所依存	<--- 文法の知識	.602	.091	6.579	***	
構造の複雑性	<--- 文法の知識	1.000				

標準化係数: (グループ番号 1 - モデル番号 1)

		推定値
形態素変化	<--- 文法の知識	.732
局所依存	<--- 文法の知識	.603
構造の複雑性	<--- 文法の知識	.706

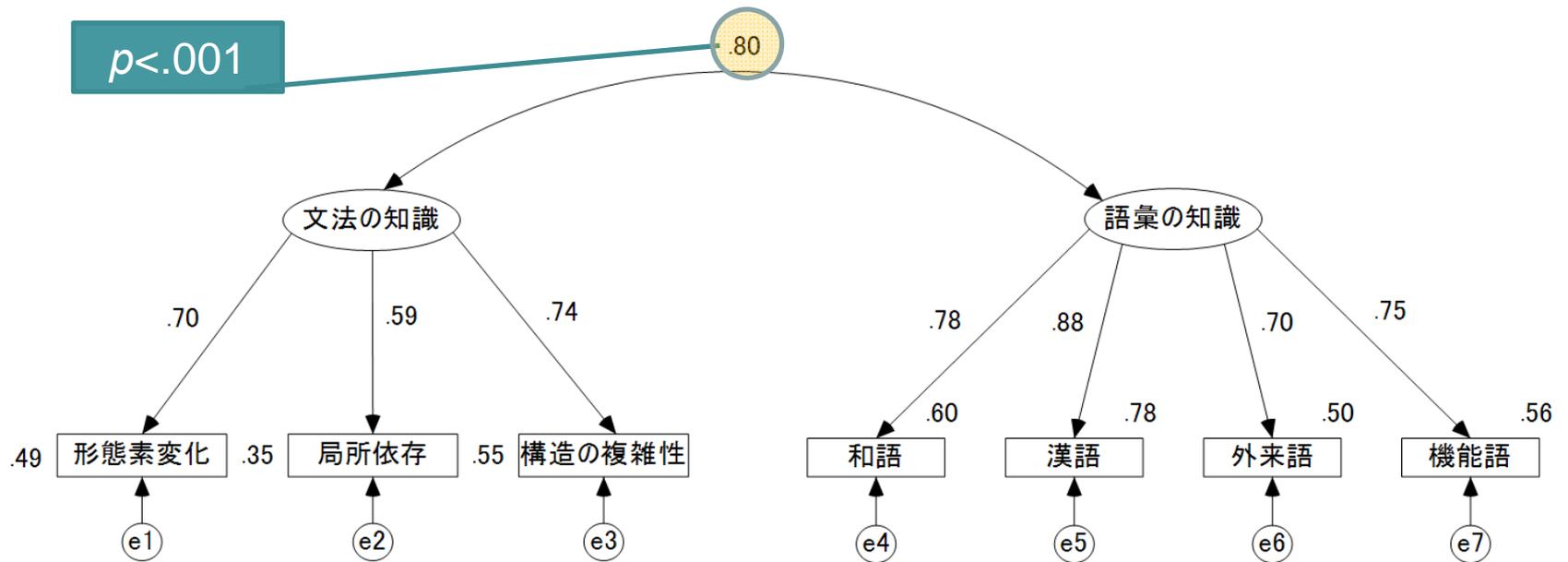
$p < .001$

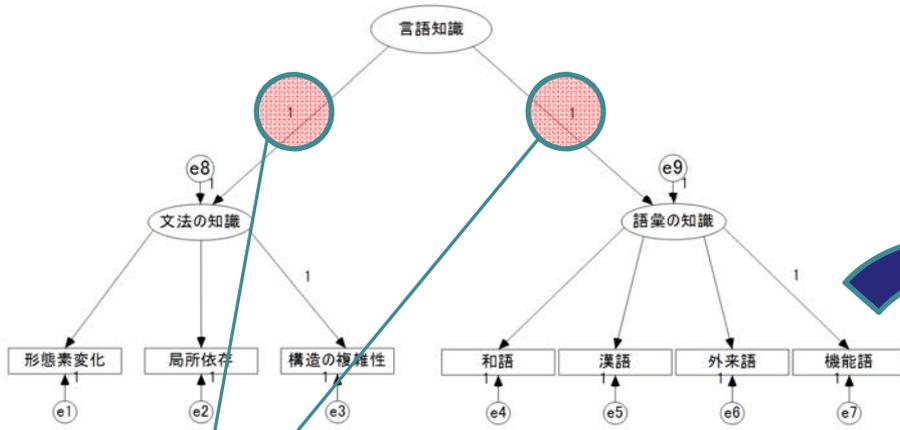
両者の相関係数の計算



$p < .001$

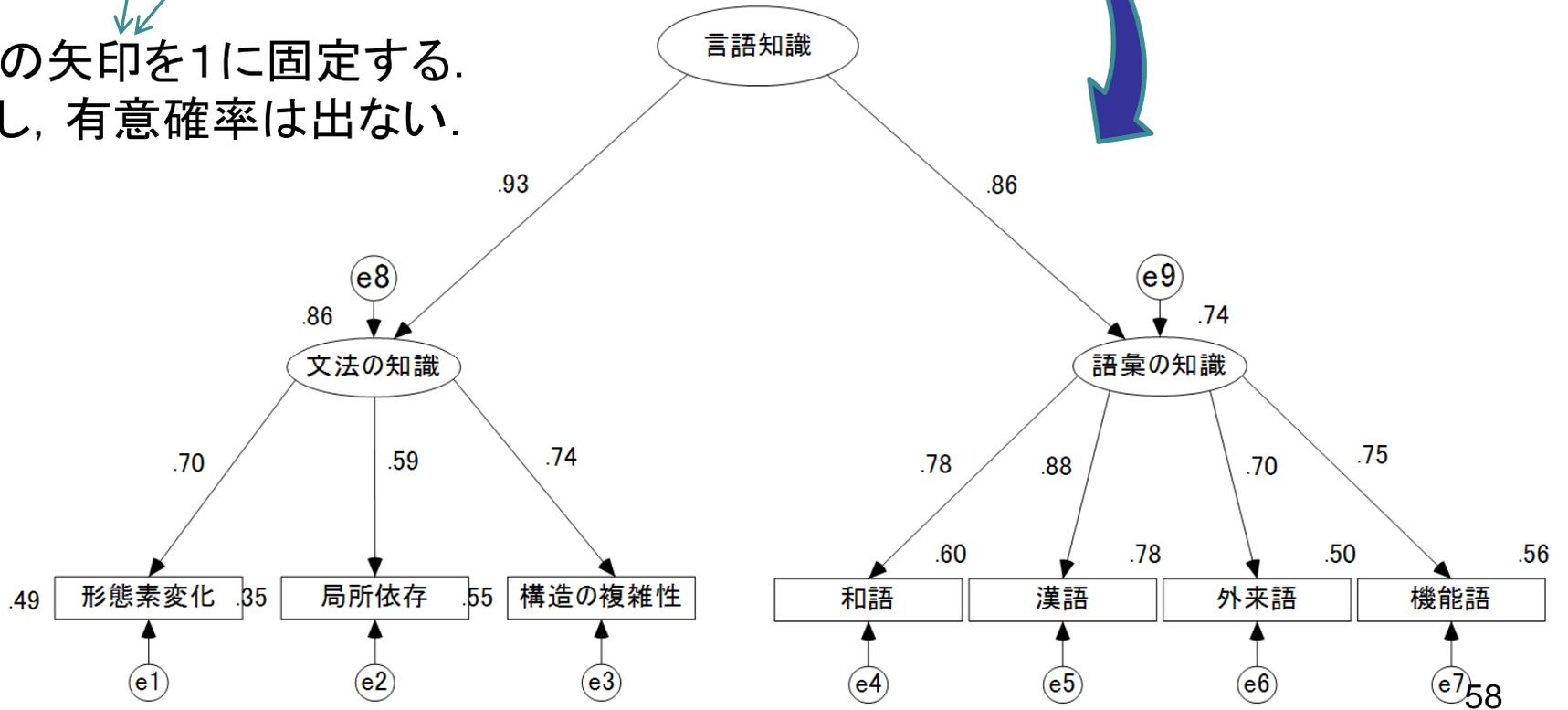
.80





高次の因子分析モデル

パスの矢印を1に固定する。
ただし、有意確率は出ない。



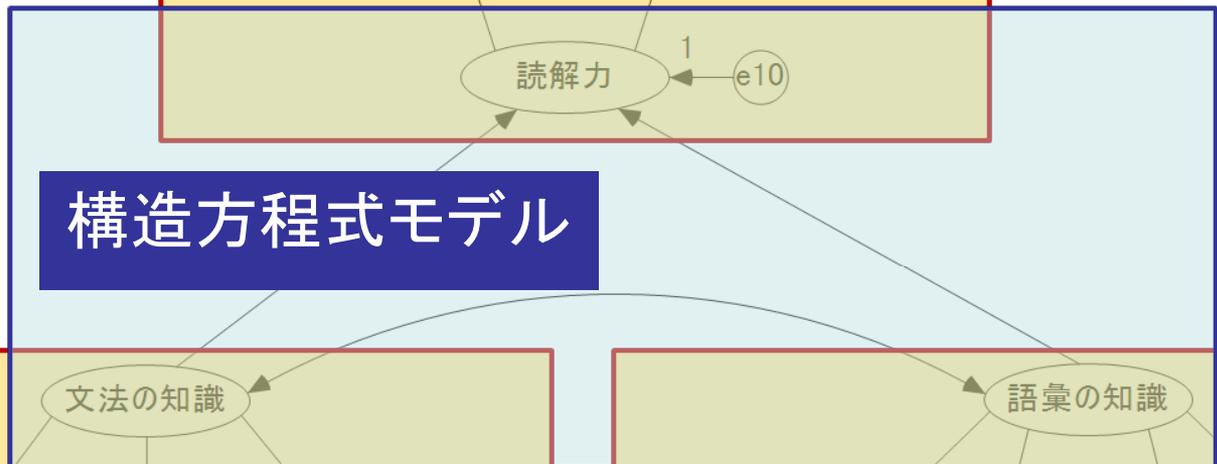
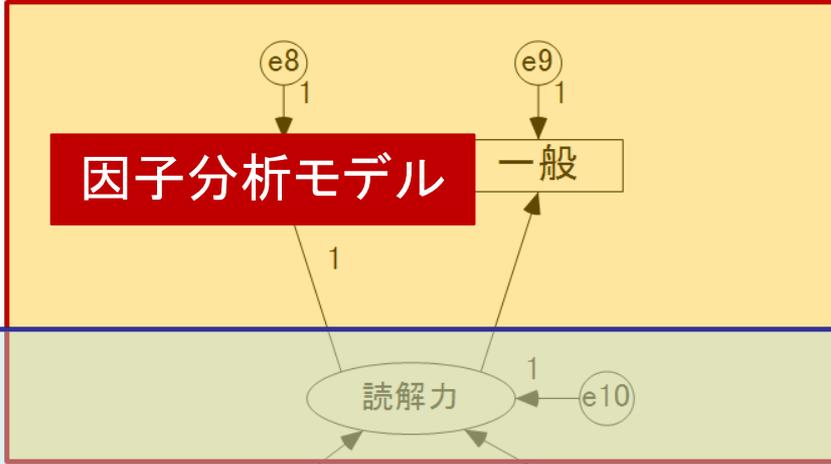
6. 多重指標モデル

多重指標モデル

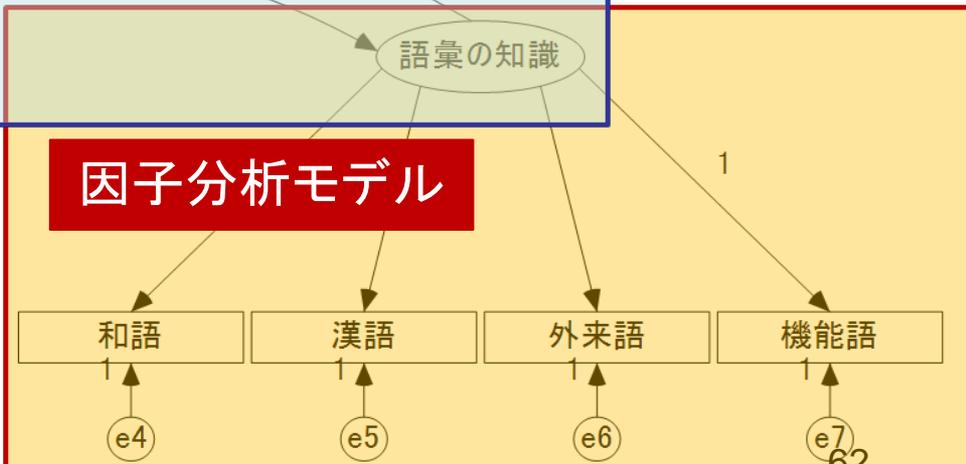
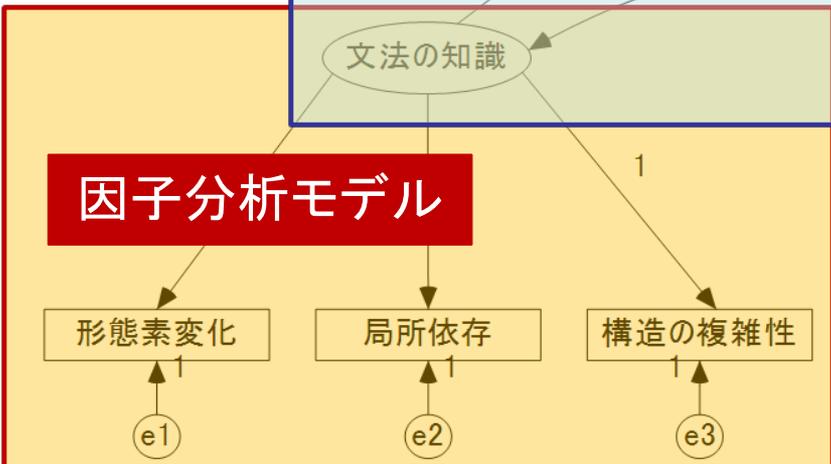
- 語彙と文法の知識が読解力にどのように影響するかを解明する.
- そのために、中国語を母語とする日本語学習者に対して、語彙テスト、文法テスト、読解テストを実施した.

語彙の知識と文法の知識から読解力を予測する因果関係を描く

多重指標モデル

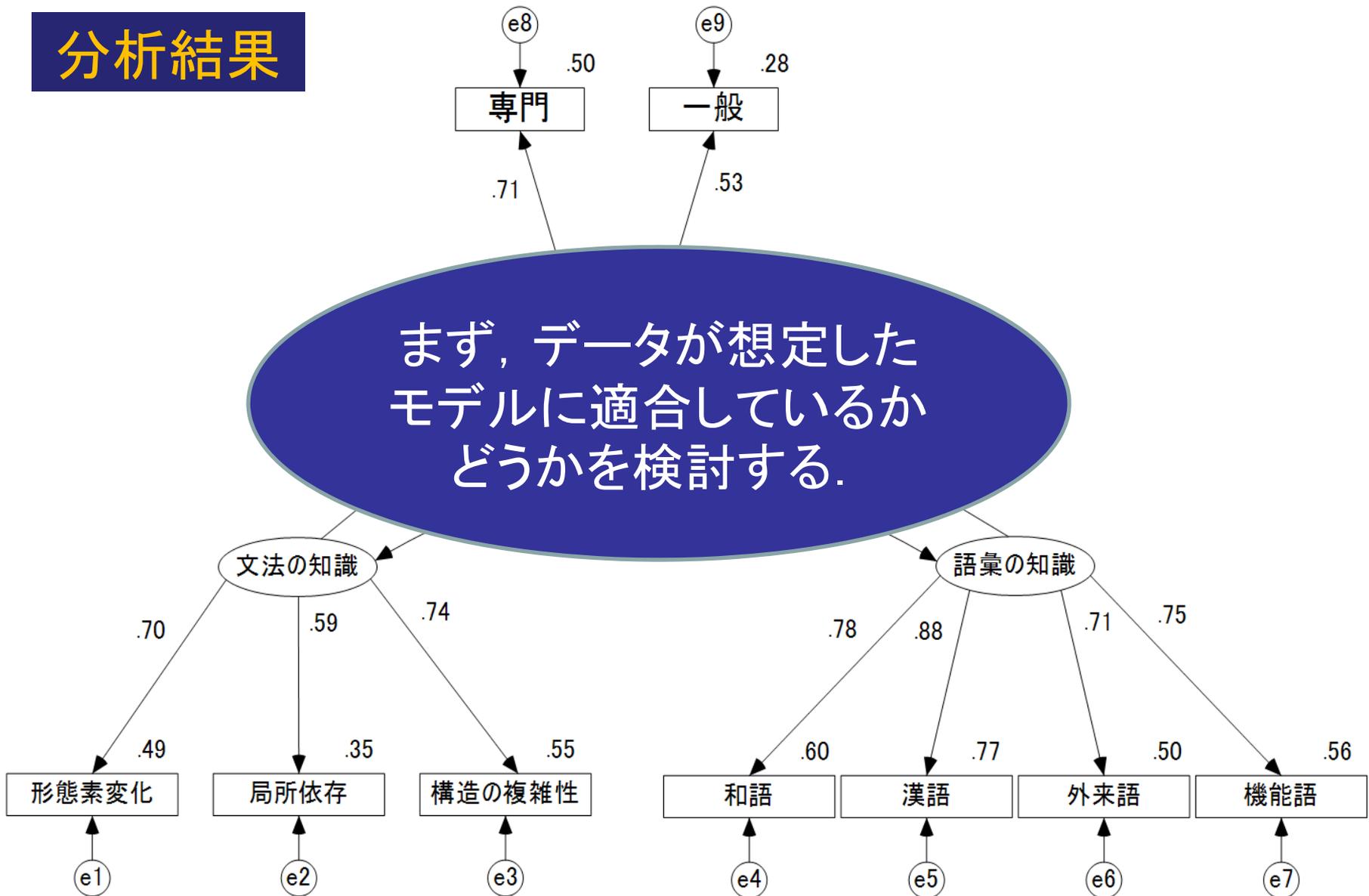


構造方程式モデル



分析結果

まず、データが想定したモデルに適合しているかどうかを検討する。



重要

モデルとデータの適合度

- 日常的に、私達はいろいろな推論をして生活している。それらの推論は、証明されたものではないのであくまで「**仮説**」である。
- 理論的な推論から導かれた仮説である因果関係を「**モデル**」と呼ぶ。このモデルは、データで証明された訳ではない。
- そこで、モデルに基づいてデータを収集して、データがモデルを支持しているかどうかを検討する。これが、「**モデルとデータの適合度の検定**」である。AMOSでは、適合度指標が多数準備されている。

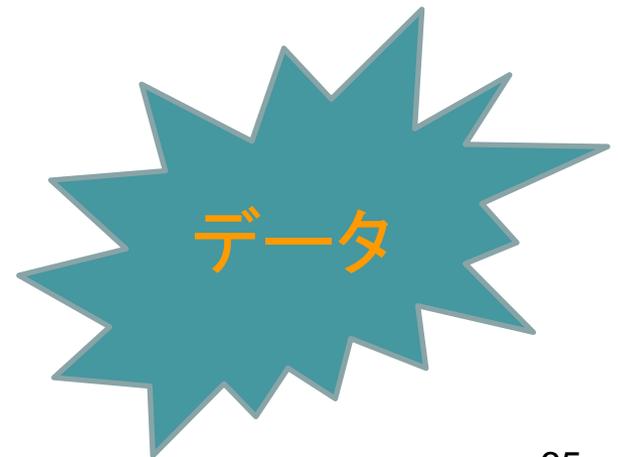
モデルの適合度指標

- この多重指標モデルがどれだけ実際のデータと合っているかを確認する.
- この検証に使う指標が適合度指標である.
- AMOSの「テキスト出力」から「モデルについての注釈」および「モデルの適合」のツリーをクリックすると、適合度指標の数値群(さまざまな指標がある)が表示される.

H₀:



=



Amos出力

2008.12.13 - 語彙と文法に

分析の要約
グループについての注釈
変数の要約
パラメータの要約
モデルについての注釈
推定値
最小化履歴
モデル適合
実行時間

モデルについての注釈 (モデル番号 1)

自由度の計算 (モデル番号 1)

独立な標本積率の数:	45
独立な推定パラメータの数:	21
自由度 (45 - 21):	24

結果 (モデル番号 1)

最小値に達しました。
カイ2乗 = 17.695
自由度 = 24
有意確率 = .818

モデルの適合度 - 1

カイ二乗適合度検定

- **カイ二乗適合度検定**は、有意でない場合にモデルとデータが一致しているという帰無仮説を支持する。
- 「テキスト出力」の「モデルについての注釈」をみると、今回の多重指標モデルでは、 $n=224$, $\chi^2=17.695$, $df=24$, $p=.818$ (*n.s.*)で有意ではなかった。モデルとデータが適合しているという結果である。

カイ二乗適合度検定の問題点

- カイ二乗適合度検定はサンプル数に敏感である。
- 大きくなると有意になりやすくなる傾向がある。
- サンプルが200を超えると、棄却されるモデルでも、他の適合度指標が良好であることもある(朝野・鈴木・小島, 2005; 豊田, 1998)。
- 本研究はサンプルが224名で大きかったが、有意にはならず適合していることを示している。

モデルの適合度 -3

他の適合度指標(CFI)

基準比較

モデル	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
モデル番号 1	.977	.966	1.008	1.013	1.000
飽和モデル	1.000		1.000		1.000
独立モデル	.000	.000	.000	.000	.000

- **CFI=1.000**(Comparative Fit Index: 0から1の値をとり, 0.95以上ならよい). やはりよく適合していることを示している.

モデルの適合度 -2

他の適合度指標(GFIとAGFI)

RMR, GFI

モデル	RMR	GFI	AGFI	PGFI
モデル番号 1	.071	.983	.969	.524
飽和モデル	.000	1.000		
独立モデル	1.457	.409	.261	.327

- AMOSの「テキスト出力」から「モデルの適合」のツリーをクリックすると、さまざまな指標が表示される。そのなかから、GFIとAGFIがよく使われる。 **GFI=.983** (Goodness-of-fit index: 1に近いほどよく、0.9以上であることが望ましい)で、 **AGFI=.969**(adjusted GFI: GFIを補正した指標。1に近いほどよい。AGFI<GFI)であり、いずれもモデルとデータがよく適合していることを示している。

モデルの適合度 -4

他の適合度指標(RMSEA)

RMSEA

モデル	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
モデル番号 1	.000	.000	.034	.990
独立モデル	.303	.285	.322	.000

RMSEA=.000 ($p<.001$)

(Root Mean Square Error of Approximation: 標本数 n と自由度 df で基準化したカイ二乗統計値で、0.000から0.050, つまり有意であればよい. 0.1以上は適合が悪い.)

本多重指標モデルの適合度

モデルとデータが良く
適合していると判断できる。

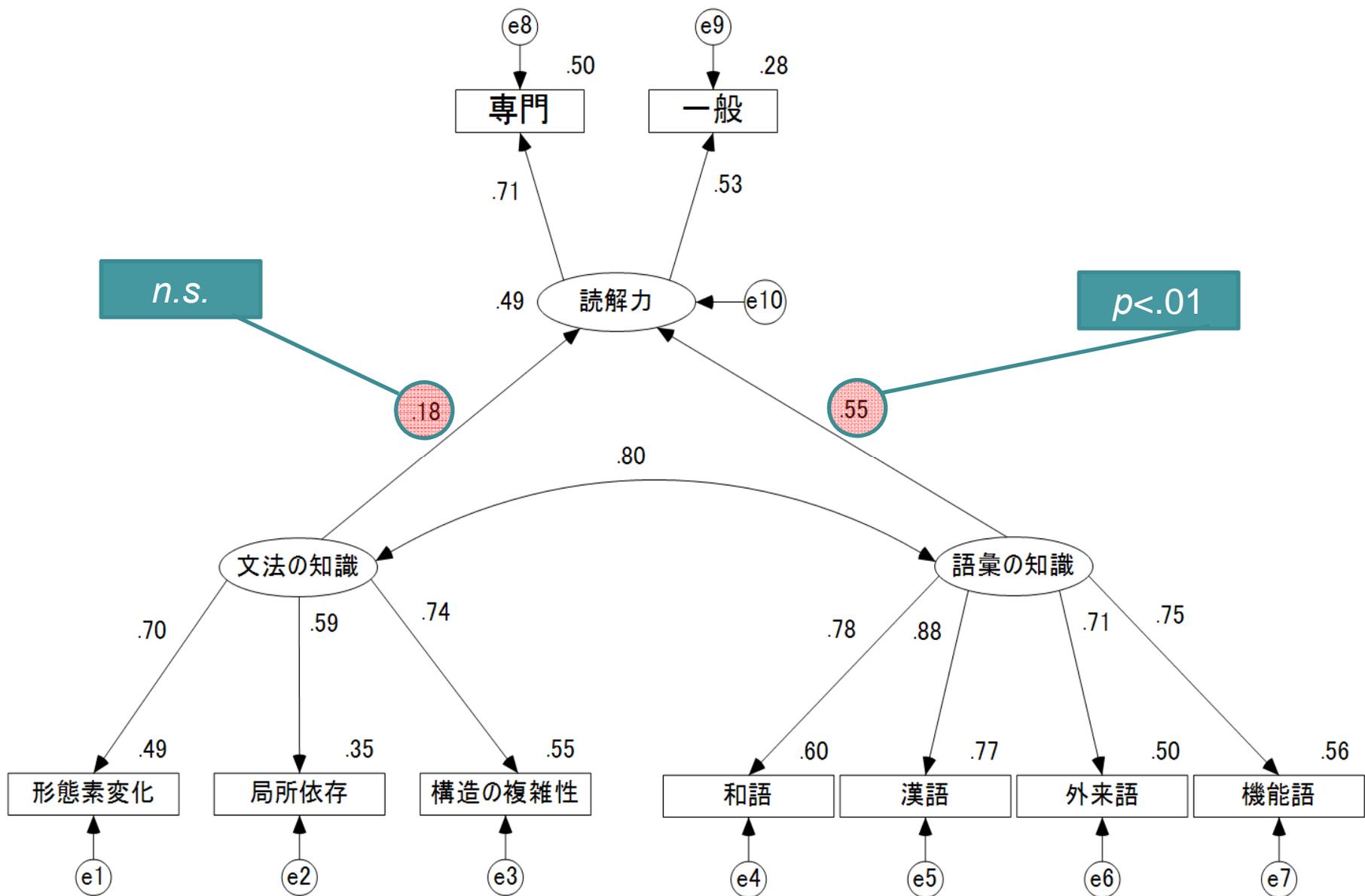


因果関係の有意確率

「文法の知識」から「読解力」への因果関係は有意ではない。

		推定値	標準誤差	検定統計量	確率	ラベル
読解力	<--- 文法の知識	.116	.123	.944	.345	
読解力	<--- 語彙の知識	.332	.112	2.981	.003	
形態素変化	<--- 文法の知識	.822	.093	8.870	***	
局所依存	<--- 文法の知識	.564	.073	7.725	***	
構造の複雑性	<--- 文法の知識	1.000				
機能語	<--- 語彙の知識	1.000				
外来語	<--- 語彙の知識	.820	.079	10.373	***	
漢語	<--- 語彙の知識	1.015	.079	12.817	***	
和語	<--- 語彙の知識	1.339	.117	11.426	***	
専門	<--- 読解力	1.000				
一般	<--- 読解力	.674	.128	5.273	***	

「語彙の知識」から「読解力」への因果関係は1パーセントレベルで有意である。



AMOSは
面白い
でしょ？

2008.06.28 15:31