

## Factors affecting problem finding depending on degree of structure of problem situation.

Lee, H., & Cho, Y. (2007). Factors affecting problem finding depending on degree of structure of problem situation. *The Journal of Educational Research*, 101(2), 113–124.

### Abstract

- 問題状況の構造の程度(構造化されていない or 適度に構造化された)に留意しながら、問題発見に影響を与える要因を検討した
- 構造化されていない問題状況では、科学的宣言的知識、性格特性が正の影響、発散的思考が負の影響を与えた
- 適度に構造化された問題状況では、発散的思考と内発的動機付けが正の影響を与えた

### Introduction

- 問題解決(problem solving)：初期状態と目標状態の間のギャップを埋めるプロセス
  - ✓ 創造性の最も重要な部分の一つ(Basadur, 1994; Feldhusen & Treffinger, 1986; Mumford, Reiter-Palmon, & Redmond, 1994)
- 問題発見(problem finding)：そのギャップを発見する行為
  - ✓ 表現(expression)、構築(construction)、提起(posing)、定式化(formulation)、識別(identification)、創造的発見(creative discovery)、定義(definition)を含む複雑な概念(Dudek & Côté, 1994; Runco, 1994; Runco & Okuda, 1988)を含む
  - ここでいう「問題」は必ずしも困難や障害を指すわけではない(Getzels, 1987)
  - 問題発見は問題解決に進む前、または問題解決中反復的に発生する(Dudek & Côté, 1994; Getzels & Csikszentmihalyi, 1976; Runco, 1994)
- 問題発見は問題解決に比べて創造的生成物に大きな影響を与えることが示唆(Czarnik & Hickey, 1997; Getzels & Csikszentmihalyi, 1967, 1976; Mansfield & Busse, 1981; Moore, 1985; Reiter-Palmon, Mumford, & Threlfall, 1998; Wakefield, 1985)
  - 科学的発展における問題発見の役割についての意見と一致(Einstein and Infeld, 1938; Kuhn, 1962; Mackworth, 1965; Popper, 1999; Wertheimer, 1945)

- 問題発見を分析する上で、問題状況の違いを整理した文献がいくつか存在する
  - Frederiksen(1984)、Simon(1973)は問題状況を①良定義問題状況(a well-structured or well-defined problem situation)と②不良定義問題状況(an ill-structured or ill-defined problem situation)に分けた
  - Getzels(1987)は①presented、②discovered、③created
  - Dillon(1982)は①existent、②emergent、③potential
  
- 問題状況が異なると、問題発見の質も異なるとされる
  - ① 良定義問題状況(顕在的, presented, existent)などでは、以下の理由で問題発見の余地が少ない
    - ◇ (a) 標準化された手順で問題がすでに与えられている
    - ◇ (b) 方法が既知であるか提示されている
    - ◇ (c) 適切なアルゴリズムが正しい答えを保証する
  - ② 適度に構造化された問題(潜在的, discovered, emergent)では、目標は明確だが、問題自体は明確でなくデータに埋め込まれているため、問題を特定・定式化しなくてはならない
  - ③ 構造化されてない問題(設定的, created, potential)では、最小限の情報しか与えられないため、自分のリソースを使用して問題を見つける必要がある(Mumford, et al.,1994; Reiter-Palmon, Mumford, Boes, & Runco, 1997)
  
- これまで問題発見として扱われてきた課題は、実験によって問題状況が異なってきた
  - ✓ 構造化されてない問題状況(ill-structured problem situation)
    - 実際に起こりうる状況について問題点を挙げさせる課題(real world divergent thinking task)(Getzels & Smilansky, 1983; Chand & Runco, 1993)
    - 現実生活における問題を挙げさせる課題(Carson & Runco, 1999)
  - ✓ 適度に構造化された問題(moderately structured problem situation)
    - カニの数の減少率などのデータを与えて問題を生成させる課題(Hoover , 1994; Hoover & Feldhusen, 1990; Yun, 2004)
    - 火星ミッションに関するビデオを見せ、それに関する質問を生成させる課題(Czarnik & Hickey, 1997)
  
- こうした問題状況の違いを対比して問題発見を分析した研究はほとんど存在しない

- 問題発見に影響を与える様々な変数が検討されてきた
  - 知性[intelligence]
    - ✓ 優れた科学者は高い知性を持っている(Cox, 1983; Martindale, 2001; Roe, 1983)
  - 知識[knowledge]
    - ✓ 既存の知識を利用せずに問題を想定するのは難しい(Jay,1996)
    - ◆ 宣言的知識と手続き的知識で影響が異なる可能性がある (Foshay & Kirkely, 1998))
  - 発散的思考(divergent thinking)
    - ✓ 多様な考え方が新しい質問や解決策に繋がる(Cox, 1983; Foshay & Kirkely, 1998; など)
  - 動機(motivation)・性格特性(personality traits)
    - ✓ 問題発見に対して忍耐強く集中して取り組むことができる(Brugman; Cox, 1983 など)
  - 家庭環境(home environment)
    - ✓ 問題発見についての考え方を左右する可能性がある(Mansfield & Busse,1981 など)
  
- これらの変数が問題発見に与える影響は、実験によって異なる結果が得られていた
  - 知性
    - ✓ 有意に相関する(Getzels & Smilansky, 1983; Yun, 2004)
    - ✓ 相関しない(Artely, Horn, Friedrich,& Carroll, 1980; Hoover & Feldhusen, 1990 など)
  - 発散的思考
    - ✓ 有意に相関する(Wakefield, Runco & Okuda, 1988; Glover, 1979 など)
    - ✓ 相関しない(Subotnik, 1988; Hoover and Jay, 1996)
  - 科学的知識、動機付け、性格特性など
    - ✓ 有意な予測因子でない(Getzels & Smilansky; Hoover, 1994; Hoover & Feldhusen,1990; Jay; Runco & Nemiro, 1994;)
  
- 互換性のない結果は、問題状況を統制して実験を行うことによって整理できる可能性がある
- 手続き的知識や家庭環境についての実証的研究は少ない
  
- そこで本研究は以下の2つを明らかにすることを目的としている
  - I. 問題発見のパフォーマンスに諸変数が与える影響
  - II. 問題状況の構造によって諸変数が与える影響は異なるか否か
  
- 本研究では問題発見について、以下の2つの構造を用意した
  - 構造化されてない問題状況
  - 適度に構造化された問題状況

Method

Participants

- 小学5年生 115人
- 2グループに分け、構造化されていない問題状況で問題発見を行う群と、適度に構造化された問題状況で問題発見を行う群に分かれた

Instruments

- 構造化されていない問題状況で問題発見を行う群(Group1)は例えば以下のような課題を行った

スージンの祖父母は海の近くに住んでおり、夏休みを祖父母と過ごしました。彼女は1日2回海の干満を観察し、その現象に興味を持ちました。スージンは、夏休みの宿題のために海の干満を調査することにしました。彼女は人々にとって重要で、必要で、好奇心旺盛な何かを研究したかったのです。さて、スージンと同じように、海の干満に関する3つの研究課題について考えていただきたいと思います。

条件

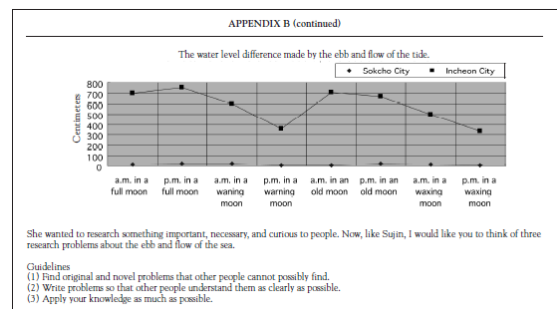
- (1) 他の人が見つけることのできない独創的で斬新な問題を見つけること。
- (2) 他の人ができるだけはっきりと理解できるように問題を書くこと。
- (3) あなたの知識を可能な限り応用すること。

- 適度に構造化された問題状況で問題発見を行う群(Group2)は例えば以下のような課題を行った

スージンは、夏休みの宿題のために海の干満を調査することにしました。海の干満は1日2回発生します。彼女は、海水の高さの変化と、海の干満に反映される月の姿の変化、および海水の高さの違いに関するデータを1か月間収集しました。(測定値はセンチメートルで表示されます。)

	The west coast (Incheon City)		The east coast (Sokcho City)	
	The height of sea water in the flow	The height of sea water in the ebb	The height of sea water in the flow	The height of sea water in the ebb
May 3, 2004 (15th of the lunar calendar) The figure of the moon: ● (a full moon)	a.m. 799	a.m. 98	a.m. 35	a.m. 17
	p.m. 814	p.m. 64	p.m. 36	p.m. 15
May 11, 2004 (23rd of the lunar calendar) The figure of the moon: ◐ (a waning moon)	a.m. 758	a.m. 161	a.m. 36	a.m. 14
	p.m. 632	p.m. 274	p.m. 43	p.m. 35
May 18, 2004 (18th of the lunar calendar) The figure of the moon is not seen. (an old moon)	a.m. 844	a.m. 139	a.m. 36	a.m. 28
	p.m. 744	p.m. 73	p.m. 43	p.m. 17
May 27, 2004 (9th of the lunar calendar) The figure of the moon: ◑ (a waxing moon)	a.m. 715	a.m. 217	a.m. 38	a.m. 22
	p.m. 625	p.m. 293	p.m. 42	p.m. 37

(appendix continues)



彼女は人々にとって重要で、必要で、好奇心旺盛な何かを研究したかったのです。さて、スージンと同じように、海の干満に関する3つの研究課題について考えていただきたいと思います。

条件

- (1) 他の人が見つけることのできない独創的で斬新な問題を見つけること。
- (2) 他の人ができるだけはっきりと理解できるように問題を書くこと。
- (3) あなたの知識を可能な限り応用すること。

- 参加者はそれぞれの問題状況について 20 分間で 3 つの回答を生成した
- 問題発見のよさは、生成した問題の適切性、独創性、精巧性で 3 名の評定者が評価した
  - ◆ 生成させる個数を制限しているため、一般的なパフォーマンスで用いられる流暢性や柔軟性は評定に用いなかった
  - ◆ 「不適切な問題」を取り除いてから、独創性と精巧性のスコアを算出する方法をとった
    - ✓ 不適切な問題とは以下のようなものである
      - 不適切な対応（「海の干満について一生懸命勉強する」など）
      - 方法や解決策（「インターネットを使ってそれを知る」など）
      - 干満とは関係のない問題（「彼女はどのようにして祖父母の家に行ったのですか？」など）
    - ✓ 独創性スコアは各 5 点計 15 点満点で以下のように評定した
      - 全回答分類のインデックスと照らし合わせ、回答数 3%未満のグループに一致するものは 5 点、3%～10%のグループは 4 点、10%～20%は 3 点…
    - ✓ 精巧性スコアは各 5 点計 15 点満点で詳細な記述指標にのっとして評価した
  - 30 名のスコア算出が終わった段階でスコアを比較し、議論と合意により不一致を調整した
  - 十分な評定者間信頼性が得られた

#### Measures of Variables Related to Problem Finding

- Intelligence(知性)
  - ✓ 言語、数量、および非言語知能を測る韓国教育開発研究所の知能能力テストを用いた
- Scientific knowledge(科学的宣言的知識)
  - ✓ 海の干満に関する参加者の知識を測定する各 1 点 10 問のテストを開発した
- Science process skills(科学的手続き的知識)
  - ✓ 科学的手続き的知識を測定するテスト(TSPS; Kwon & Kim; 1994)を用いた
  - ✓ 5 つの基本的な科学的プロセススキル（観察、分類、測定、推論、予測）と 3 つの統合された科学的プロセススキル（データの変換、調査の分析、および仮説の構築）各 1 点 3 問が含まれる
- Divergent thinking(発散的思考)
  - ✓ トーランス式創造性思考テスト（TTCT 韓国語版; Kim, 2002）を用いた
  - ✓ 流暢性、柔軟性、独創性で 2 名の評定者が評定し、十分な評定者間一致が得られた
- Intrinsic and extrinsic motivation(内発的動機付け・外発的動機付け)
  - ✓ 内発的/外発的動機付けテスト（Amabile, 1989）を使用した
  - ✓ 項目に対する「はい」の回答ごとに 1 点が与えられた
- Personality traits(性格特性)
  - ✓ 3 件法 30 項目の創造的人格尺度（CPS; Hah, 2001）を使用した
- Home environment(家庭環境)
  - ✓ 創造的な家庭環境のテスト（Amabile, 1989）を使用し、親の知的刺激と親の励ましを評価した
  - ✓ 項目に対する「はい」の回答ごとに 1 点が与えられた

## Results

### Comparison Between Groups

- 問題発見スコアは、Group1(構造化されていない問題状況)のほうが、Group2(適度に構造化された問題状況)に比べて合計( $t(113) = 3.02, p < .01$ )、独創性( $t(113) = 3.09, p < .01$ )、精巧さ( $t(113) = 2.29, p < .05$ )いずれのスコアも有意に高かった(Table 1)
- 諸変数については、振り分けた設定の通り、外発的動機付け( $t(113) = 2.57, p < .05$ )を除き有意差はみられなかった(Table 2)

**TABLE 1. Descriptive Statistics for Problem Finding in Ill- and Moderately Structured Problem Situations**

Problem finding	M	SD
Group 1 <sup>a</sup>		
Original problem finding	7.04	2.88
Elaborate problem finding	5.73	2.28
Total problem finding	12.81	4.49
Group 2 <sup>b</sup>		
Original problem finding	5.26	3.29
Elaborate problem finding	4.72	2.47
Total problem finding	9.99	5.48

Note. Group 1 students completed the ill-structured task; Group 2 students completed the moderately structured task.

<sup>a</sup> $n = 60$ . <sup>b</sup> $n = 55$ .

**TABLE 2. Descriptive Statistics for Factors Related to Problem Finding**

Variable	Group 1 <sup>a</sup>		Group 2 <sup>b</sup>	
	M	SD	M	SD
Intelligence	124.18	17.72	124.40	16.07
Scientific knowledge	4.35	1.68	4.69	1.97
Science process skills	11.45	3.12	12.40	2.99
Divergent thinking	94.57	13.56	92.18	19.98
Intrinsic motivation	7.53	2.28	6.65	2.60
Extrinsic motivation	9.07	2.21	7.91	2.63
Personality traits	46.13	5.40	46.76	6.22
Home environment	18.73	4.88	18.31	4.72

Note. Group 1 students completed the ill-structured task; Group 2 students completed the moderately structured task.

<sup>a</sup> $n = 60$ . <sup>b</sup> $n = 55$ .

## Relations Between Problem Finding and Variables

- 問題発見の合計スコアと諸変数の相関係数は次のようになった(Table3, Table4)
  - ✓ Science process skills(科学的手続き的知識)は両問題状況において有意な正の相関がみられた
  - ✓ 構造化されていない問題状況(Table3)では、scientific knowledge (科学的宣言的知識), extrinsic motivation (外発的動機付け)、personality traits(性格特性)との有意な正の相関がみられた
  - ✓ 適度に構造化された問題状況(Table4)では、intelligence (知性)、divergent thinking (発散的思考)、intrinsic motivation(内発的動機付け)との有意な正の相関がみられた

**TABLE 3. Intercorrelations Between Subscales in Ill-Structured Problem Situation (N = 60)**

Subscale	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Intelligence	—								
2. Scientific knowledge	.12	—							
3. Science process skills	.48**	.35**	—						
4. Divergent thinking	.21	.14	.20	—					
5. Intrinsic motivation	-.15	-.16	-.16	-.02	—				
6. Extrinsic motivation	-.08	-.05	-.10	.05	.21	—			
7. Personality traits	.32*	.14	.32*	.22	.29*	.13	—		
8. Home environment	-.08	-.20	-.10	-.01	.38**	.10	.11	—	
9. Problem finding	.13	.31*	.27*	-.17	.17	.29*	.38**	-.06	—

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ .

**TABLE 4. Intercorrelations Between Subscales in Moderately Structured Problem Situation (N = 55)**

Subscale	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Intelligence	—								
2. Scientific knowledge	.33*	—							
3. Science process skills	.57**	.24	—						
4. Divergent thinking	.54**	.44**	.54**	—					
5. Intrinsic motivation	.15	.00	.22	.23	—				
6. Extrinsic motivation	-.02	-.16	-.14	-.11	-.01	—			
7. Personality traits	.07	.22	.17	.24	.56**	-.29*	—		
8. Home environment	-.01	-.10	.11	.04	.46**	.11	.34*	—	
9. Problem finding	.37**	.15	.31*	.47**	.36**	-.10	.14	-.03	—

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ .

### Effect of Variables on Problem Finding

- 問題発見の予測因子を特定するために重回帰分析を行った
- 予測因子の選択には最大R<sup>2</sup>改善手法を用い、最適な5変数モデルが得られた(Table 5, Table 6)
  - ✓ 構造化されていない問題状況において、scientific knowledge (科学的宣言的知識), personality traits (性格特性)、divergent thinking (発散的思考)は問題発見を有意に予測した。ただし、divergent thinking (発散的思考)と問題発見は負の関係にあった
  - ✓ 適度に構造化された問題状況において、divergent thinking (発散的思考)、intrinsic motivation (内発的動機付け)は問題発見を有意に予測した。

**TABLE 5. Summary of Multiple-Regression Models of Predictors of Problem Finding in Ill-Structured Problem Situation: Best Five-Variable Model (N = 60)**

Step	Variable	Number	Partial R <sup>2**</sup>	Model R <sup>2**</sup>	C(p)	F(5, 54)
1	Scientific knowledge	1	.15	.15	14.14	9.96**
2	Personality traits	2	.10	.25	7.46	8.05**
3	Divergent thinking	3	.09	.34	2.38	7.29 <sup>a**</sup>
4	Extrinsic motivation	4	.03	.37	1.73	2.82
5	Home environment	5	.01	.38	3.35	0.40

Note. R<sup>2</sup> = .38 (p < .001). C = Mallows' Cp statistic.

<sup>a</sup>Indicates negative relationship.

\*\* p < .01.

**TABLE 6. Summary of Multiple-Regression Models of Predictors of Problem Finding in Moderately Structured Problem Situation: Best Five-Variable Model (N = 55)**

Step	Variable entered	Number	Partial R <sup>2**</sup>	Model R <sup>2**</sup>	C(p)	F(5, 49)
1	Divergent thinking	1	.22	.22	10.12	14.59***
2	Intrinsic motivation	2	.06	.28	7.60	4.15**
3	Intelligence	3	.05	.33	5.63	3.85
4	Personality traits	4	.02	.35	5.58	2.02
5	Extrinsic motivation	5	.03	.38	5.30	2.31

Note. R<sup>2</sup> = .38 (p < .001).

\*\* p < .01. \*\*\* p < .001.



## Discussion

- 問題状況によって問題発見のパフォーマンスが異なることが明らかになった
- 問題状況によって問題発見に影響を与える変数が異なることが分かった
  - ✓ 科学的宣言的知識は、最小限しか情報が与えられないため独自のものを適用しなくてはならない、構造化されてない問題状況で価値ある問題発見を導いた。一方海の干満と月の形の変化などから必要な情報を得られた適度に構造化された状況では影響を与えなかった
    - ◆ 先行研究と一致(Bernardo, 2001; Getzels and Smilansky, 1983)
  - ✓ 発散的思考について、今回の課題では、優れた問題発見をした参加者は科学的知識により問題状況をよく整理できていたことから、問題発見を制限する方向に働いた可能性がある
    - ◆ 「海の干満に関する研究課題」などの条件から離れた課題の場合はより独自の問題発見を発揮する可能性がある(Artley et al., 1980; Glover, 1979; Okuda et al., 1991; Runco & Okuda, 1988)
    - ◆ 問題発見に流暢性、柔軟性を加えたような評価方法をとった場合結果が変わる可能性がある
  - ✓ 性格特性(創造的人格尺度)について、問題を継続的に見つけようとするエネルギーであり、より探索が必要になる構造化されてない問題状況で問題発見に影響を与えた
  - ✓ 内発的動機付けについて、課題で与えた情報に興味を持つことのできる参加者は情報をよく分析して問題を作成するため、適度に構造化された状況で問題発見に影響を与えた(Jay, 1996)
  - ✓ 知性(Getzels & Smilansky, 1983; Yun, 2004)、科学的手続き的知識(Bernardo, 2001; Brugman, 1995; Foshay & Kirkely, 1998)、家庭環境(Subotnik & Steiner, 1994)は先行研究と異なり予測しなかった
- 問題発見を過程に含む問題解決能力を育成する教育にいくつかの示唆を与える結果となった
  - ✓ 問題発見を推進するうえで、生徒が持つ科学的宣言的知識を考慮する必要があること
  - ✓ 発散的思考、内発的動機付け、性格特性の効果は問題状況によって異なることを理解すること
  - ✓ 問題発見能力を育成する上では、様々な問題状況に出会わせる必要があること
- 本研究では以下の点に限界がある
  - ✓ 両群にほとんど差はなかったが、グループの分割をカリキュラムの都合上無作為でできなかったこと
  - ✓ 問題状況の設定は今回の2つに限らないこと
  - ✓ 小学生を対象に20分間で実施した問題発見課題であること
  - ✓ 検討できるほかの変数をさらに考えることができること(Klein et al., 1997; Hoover, 1994)