

空間能力の性差は減少してきたか？

—空間能力の性差に関するメタ分析的研究の文献展望—

竹内 謙 彰
(心理学教室)

Has gender difference in spatial ability decreased?: Review of the meta-analytic studies on the gender difference in spatial ability.

Yoshiaki TAKEUCHI
(Department of Psychology)

Summary: There are several meta-analytic studies of gender differences on various spatial tests. While some of them have concluded that the magnitude of the gender difference in spatial ability is decreasing over time, another study insisted that the effect sizes of gender differences are very stable. In this article, the reason of the disparity between studies were discussed in relation to the difference of the tasks and of the problem-solving processes.

Key Words: Gender difference, spatial ability, meta-analysis, effect size.

1. はじめに～空間能力の性差研究

知能の心理測定的研究 (psychometric studies) のなかで、従来から個人差や性差は重要なテーマであった。特に最近の20年間に関して言えば、知能あるいは認知能力の性差に関する研究は、ある面で新たな流行を示していると言ってよい。そうした流行の直接の引き金になったのは、Maccoby & Jacklin (1974) の「性差の心理学 (Psychology of Sex Differences)」の出版である。彼女らの研究は、かなり体系だったものであり、それ以前の性差に関わる諸研究を概観することによって、一般に信じられているよりも認知能力に男女差がある領域は少ないことを示している。ただし、統計的にみて有意な差があると考えられる認知能力の領域が3つあることも同時に示された。その3つの領域とは、言語能力、数的能力、及び空間能力であり、言語能力は女子の方が優れており、数的及び空間的能力は男子の方が優れているという結果であった。

3つの性差がみとめられる認知領域のうち、特に空間能力は、性差の程度が大きいことが知られており (e. g. McGee, 1982), また、空間能力は知能の心理測定的な研究史の中でも、知能を構成する比較的重要な領域とされている (Eliot, 1987; 竹内, 1994; 竹内, 印刷中)。このように重要な認知能力の一側面であるとみなされている空間能力をめぐって、その性差の起源を生得的ないし生物学的なもののみならず主張が多くみられる一方、それに反対して経験的な要因の重要性を強調する研究者もおり、いまだ論争のあるところで

ある。このような性差の起源論争に関わるテーマを扱った比較的最近の研究には、Deaux (1985) や Fausto-Sterling (1985) による文献展望がある（なお、筆者はまだ未見であるが、Gender-related differences: Origins and outcomes (Hoyenga & Hoyenga, 1993) という本も最近出版された）。

ここでは、直接、性差の起源という論争的なテーマを扱うものではない。本稿で扱うのは、空間能力の性差の程度が時間の経過とともに減少してきているのかどうかという問題である。ただ、空間能力の性差の程度に経年変化があるのかどうかは、性差の起源に関する考察にも影響すると考えられる。たとえば、時代が下るのにもなって、性差が減少してきているという事実が確認されれば、性差は、生得的な要因によるよりも、むしろ後天的あるいは経験的な要因によって影響を受けてきたということの、間接的な証拠になると考えられるわけである。逆に、性差の程度は時間の経過に関わらず安定しているというのであれば、生物学的な影響が大きいことを主張するのに有利である。

以上のことから、空間能力の性差の程度の経年変化の存在の有無は、空間能力の起源論争にも関わる重要性を持っているということが出来る。

2. Hyde (1981) によるメタ分析

ここで、空間能力の性差の程度が、時間の経過にもなって変化してきたかどうかを探った研究について述べる前に、性差の程度をどう表示するかという問題について触れておく必要がある。

一般的に言って、心理学の実験的研究においては、比較したい群間に違いがあるかどうかは、各群の測定値の差が有意（統計的にみて意味のある）なものかどうかを統計的に検定することによって示される。その場合には、有意か否かが確認されるのみであるが、いくつかの研究を比較したい場合には、差の程度が何らかの数値によって共通化されていることが望ましい。差の程度を共通化して示すための数値は、効果量 (effect size) と呼ばれている。最近20年ほどの間に効果量など、複数の実験的研究を総合して比較する方法や手続きが開発され用いられてきたが、このような研究の合成的分析方法を総称してメタ分析 (meta-analysis) と呼ぶ (森・吉田, 1990)。

ちなみに、効果量の算出のし方は、以下のようである。

$$d = (M1 - M2) / SD$$

* d: 効果量 M1: 比較する一方の群の平均 M2: 比較する他方の群の平均
SD: 標準偏差

Hyde (1981) は、このようなメタ分析を認知能力の性差の程度を検討するために適用した。彼女の研究は、Maccoby & Jacklin (1974) によって紹介された諸研究を再分析したものである。上述したように、Maccoby らの研究では、言語、数、および空間的な能力で性差が認められたとしていたが、Hyde は、各領域毎の研究で平均効果量を求めたところ、それぞれ、.24, .43, .45 という値を得た。彼女は、この数値は何らかの意味があるほど大きいものとは言えないと結論している。

Hyde (1981) が得た数値がどの程度大きいかを判断する材料として、以下に簡単な目安を示しておこう。効果量は、ふたつの測定値の差の程度を示すものであるが、統計的には、ふたつの測定値の分布の重なりを表現しているとも考えられる。比較する一方の群

A1 の平均値 M1 は50パーセンタイル相当であるが、それと他方の群 A2 の平均値水準 M2 とを比較したとき、M2 は A1 の基準では何パーセンタイルになるかを表示すると、以下のようになる (Cohen, 1977)。

d = 0.2ならば、59パーセンタイル。

d = 0.5ならば、69パーセンタイル。

d = 0.8ならば、79パーセンタイル。

Hyde が得た効果量の値のうち、確かに言語の性差に関する .24 という値はかなり小さなものといってよいが、空間および数的な能力の性差に関して得られた .43および .45という値は、必ずしも小さなものとは言えないであろう。ただし、観点を変えて、空間能力の全個人差分散のうち性差によって説明しうるのはどの程度かを算出すると、5%程度という数値が得られる。これは、少なくとも空間能力の性差が決定的だと言えるほどには大きなものではないということを示唆している。

3. 性差の減少を示唆する研究

空間能力の性差が、時間の経過にもなって変化するかどうかをメタ分析的手法によって検討した研究は、筆者の知る限り4つある。そのうち、性差の減少を示すものが3つ (Rosenthal & Rubin, 1982a; Stumpf & Klieme, 1989; Feingold, 1988)、性差は安定していることを示すものは1つ (Masters & Sanders, 1993) である。

ここでは、まず性差の減少を示唆する研究について検討しておきたい。

Rosenthal & Rubin (1982a) は、視空間能力の性差に関する7つの研究を基にメタ分析を行っている。Table 1 に示すように、基にした研究は、1961年から1978年までの範囲である。Table 1 を見る限りでは、必ずしも明確ではないが、各研究で得られた効果量と研究の発表年との相関を算出すると、 $r = -.46$ という数値が得られ、現代に近くなるほど効果量の値が小さくなる傾向があることが示されている。また、効果量の経年変化の直線性について示すZ値 (Rosenthal & Rubin, 1982b) を求めると、 $Z = 1.88$, $p = .030 < .05$ という値が得られ、直線的な減少傾向を示すことが示された。

Table 1 Rosenthal & Rubin (1982a) のメタ分析に用いられた諸研究の被験者数および効果量*

出版年	被験者数	効果量 (d)
1961	128	.60
1967	6167	.41
1967	355	.52
1972	2925	.83
1975	105	.04
1975	102	.48
1978	1233	.25

*本表は、Rosenthal & Rubin (1982a), p710の Table 2 に基づき筆者が作成。

Table 2 Stumpf & Klieme (1989) のメタ分析に用いられた諸研究の被験者数および効果量*

テスト実施時期	男子被験者数	女子被験者数	効果量 (d)
1978年5月	144	111	.67
1978年9-10月	91	129	.77
1979年9-10月	177	121	.64
1980年8月	3289	2123	.66
1981年2月	3477	1934	.56
1981年8月	3097	2275	.61
1982年8月	2933	2441	.56
1983年2月	3274	2222	.50
1983年8月	2904	2322	.55
1984年2月	3108	2247	.54
1984年8月	2815	2346	.53
1985年2月	3008	2200	.51
1985年8月	2771	2358	.50
1986年2月	22945	20624	.48
1986年11月	10920	11735	.45
1987年11月	10978	12000	.38
1988年11月	11234	11971	.40

* 本表は、Stumpf & Klieme(1989),p918のTable 1に基づき筆者が作成。

Rosenthal & Rubin (1982a) の研究は、空間能力の性差の経年変化に関してメタ分析を適用し、時間の経過とともに空間能力の性差が減少することを示した初めての研究であり、その意義は大きい。しかし、以下の点で彼らの研究は批判を免れない。すなわち、メタ分析の基となった研究で用いられている空間課題はそれぞれ異なっているという点である。Hyde (1981) のように、全体を込みにした性差の程度を推計するのであれば、それほど問題は無いのであるが、経年変化を問題とするときには、各研究毎で用いられた空間課題が異なっていることは研究の信頼性を危うくするものだといわなければならない。なぜなら、空間能力を測定する空間課題にも多くの種類があり、性差の程度（効果量）も課題毎にかなり異なっているからである。それゆえ、時間の経過にもなって効果量の値が小さくなってきていることが、統計的に確かめられたとしても、それが真に性差の程度の減少を示すのか、それとも効果量の値が空間課題によって異なるという事実を反映するに過ぎないのかは、確定しがたいのである。

Stumpf & Klieme (1989) の研究は、同一の空間課題を用いて経年変化の検討を行っている点で、Rosenthal & Rubin (1982a) の研究の抱えていた弱点を一応克服している。Stumpf & Klieme (1989) は、ドイツで用いられている Medical School Admission Test のなかの下位検査である Cube Perspective Test を用いた諸研究（1978年5月から1988年11月までの期間に行われたテスト18回分のデータ）を基にメタ分析を行っている（Table 2 参照）。Table 2 を見る限りでも、時間の経過にもなって、効果量が減少してきていることがみてとれる。テストの実施時期と効果量との相関係数を算出すると、 $r = -.926$ という

Table 3 Feingold (1988) のメタ分析に用いられた諸研究の被験者数および効果量

		各下位検査ごとの効果量 (d)								
Year	N	Spelling	Language	Clerical Speed and Accuracy	Mechanical Reasoning	Space Relations	Verbal Reasoning	Abstract Reasoning	Numerical Ability	
1947	21994	-.54	-.49	-.62	1.33	.37	.14	.23	.21	
1962	48450	-.53	-.41	-.53	1.00	.26	.06	.09	.10	
1972	62900	-.47	-.40	-.44	.83	.19	.01	.02	-.01	
1980	60500	-.45	-.40	-.34	.76	.15	-.02	-.04	-.10	

* 本表は、Feingold (1988), p97 の Table 1 および本文中の記述に基づき筆者が作成

結果が得られ、きわめて高い相関関係があることが示された。また直線性の検定でも、 $Z = -3.73, p < .001$ となり、直線的な減少傾向があることが示された。ちなみに、男子も女子も、時間の経過にともなって、平均得点が上昇する傾向にあるが、上昇傾向はより女子の方が大きいので、性差の程度が減少してきているのである。

Cube Perspective Test によって得られた結果は、Rosenthal & Rubin (1982a) の結果と比較して、よりはっきりとした減少傾向を示している。しかも、用いられた課題は同一のものであり、課題の違いによる効果量の違いが結果に混入することはないように思われる。ただし、Cube Perspective Test のテスト項目は、何度か変更されており、1978年から1988年までの約10年間に各被験者が経験したテスト項目はまったく同じと言うわけではないのである。それゆえ、一見明瞭な性差の減少傾向も、真の傾向なのか、あるいはテストの改訂がある程度反映されているのかは断定しがたいのである。

Feingold (1988) の研究は、メタ分析の対象となった課題の一貫性という点で、上述した2つの研究より優れている。彼は、Differential Aptitude Test (DAT) の各下位検査得点の性差が、1947年から1980年までの間にどのように変化してきているかを検討している (Table 3)。なお、DAT は8つの下位検査からなるが、そのうち3つの下位検査では女子の方が優れ、2つの検査では男子の方が優れる傾向があるが、残りの3つについては有意な性差はみられない。ちなみに、各年代ごとの被験者数は非常に多く、1947年で21,994名、1962年が48,450名、1972年が62,900名、1980年が60,500名であった。

DAT の下位検査のうち空間能力を測定するものは、Space relations であるが、Table 3 を見ればわかるように、時間の経過に沿って、確実に効果量が減少していく傾向があることが読み取れる。年代と効果量との相関係数を求めると $r = -.99$ であり、やはり非常にはっきりとした減少傾向があることがわかる。

以上、空間能力の性差の程度が減少傾向を示すとする3つのメタ分析的研究を紹介した。Rosenthal & Rubin (1982a) については、用いられている課題が違うので、やや信頼性に欠けるが、Stumpf & Klieme (1989) および Feingold (1988) の結果は、性差の程度の減少という経年変化の現象の存在を示唆していると考えてよさそうである。しかし、心的回転課題を対象としたメタ分析的研究では、性差の程度は年代の違いに関わらず安定しているという結果を示すものがある。

Table 4 Masters & Sanders (1993) のメタ分析に用いられた諸研究の被験者数および効果量*

研究と年代	男子被験者数	女子被験者数	効果量 (d)
Yen(1975)**	199	213	1.00
Bouchard & McGee(1977)**	241	237	.82
Vandenberg & Kuse(1978)	115	197	.73
Wilson & Vandenberg(1978)**	447	494	1.04
Freedman & Rovegno(1981)**	40	40	1.18
Sanders et al.(1982)	359	672	.83
Yeo & Cohen(1983)**	62	62	.75
Vandenberg et al.(1985)**	99	111	.97
Sanders & Soaes(1986)	80	194	.82
Ozer(1987)**	49	51	.70
Casey & Brabeck(1989)	119	314	.69
Pearson & Furguson(1989)	114	168	.75
Beatty & Duncan(1990)**	59	61	1.27
Geary et al.(1992)	202	145	1.14

* 本表は、Masters & Sanders(1993),p338のTable 1に基づき筆者が作成。

** これらの研究から得られたデータは、男女がほぼ同数であるとみなして行われた分析に用いられた。

4. 性差は安定していることを示唆する研究

Masters & Sanders (1993) は、Vandenberg (1975) の心的回転課題を用いて性差を検討した研究を対象に、メタ分析を行っている。彼女達が、なぜVandenberg (1975) の課題に着目したかという点、ひとつには、この課題が様々な空間課題の中でも特に性差の程度が大きいことが知られているからであった。性差が大きければ、変化の程度も大きくなるはずであり、もし逆に変化がみられなければ、何らかの性差を安定させる要因があるはずだと考えられるからである。Vandenberg (1975) 課題が選択されたもうひとつの理由は、この課題を用いた研究が比較的多いということである。メタ分析で経年変化を見るのであれば、基になる研究数が多いほど信頼性が高くなるわけである。Masters & Sanders (1993) が用いた研究のリストは、Table 4に示すとおりである。被験者の年齢範囲は、17歳から26歳までで、すべての研究において、検査成績は男性の方が女性よりすぐれていた ($p's < .001$)。

なお、彼らの研究では、未公表の性差無しの研究があるために、性差の程度が実際より大きく見積もられてしまうという可能性についても、考慮がなされている（実際、性差を強調する研究に対する批判として、「公表されざる有意差無しの結果の存在」というのは、強力な根拠の一つであった (e. g. Fausto-Sterling, 1985))。さて、彼女らは、性差の統計的検定結果が、 $p = .05$ の値、すなわち、有意差がぎりぎり認められなくなるという水準まで変化するためには、公表されなかった性差無しの結果がどれほど必要かを算出した結果、

677という数字を得た。つまり、Table 4 に掲げたりスト以外に、677の有意差を示さない研究があったとしたら、全体を込みにした性差の検定は、有意差を示すかどうかぎりぎりの線にまで変化する、というわけである。実際には、それだけの未公表の研究があったとは考えられないから、有意差無しの未公表結果によるバイアスの影響は特に考慮する必要がないものと考えられた。

さて、メタ分析の結果であるが、重みづけられた効果量の平均は、.90であり、減少的な経年変化を示した他の3研究と比較して、かなり大きな値であるといえる。個人差の分散の内、性の違いによって説明される割合は16%であり、この値は、多様な空間検査の結果を込みにして分析を行った、Hyde (1981) の5%という値と比べると、かなり大きいといえることができる。性差の程度が大きいという結果は、Vandenberg の心的回転課題が、空間能力を測定する課題の中でも特殊な位置にあることを示している。この点については、後の考察で再度取りあげたい。

では、経年変化に関する分析結果はどうだったであろうか？研究の年代と効果量との相関係数は、両者の関係がほとんど無相関といって良いものであることを示している ($r = .07$)。また、直線性の検定も有意ではなかった ($Z = .39, p > .34$)。男女の人数比が違うことが結果に反映している可能性もあるので、男女がほぼ同数の8つの研究だけをもとにして、同様の検討を行ったが、やはり経年変化は確認されなかった ($r = .12; Z = .40, p > .33$)。

Vandenberg の心的回転課題を用いた研究では、時間の経過にともなう性差の程度の減少という事実は確認されなかった。先に紹介した3つの研究とは、明らかに異なる結果である。なぜ、このような違いが生じたかに関して、以下いくつかの可能性を検討しておきたい。

5. 考 察

空間能力の性差の程度が、時間の経過にともなって減少してくるとする研究と、性差の程度は時間の経過にかかわらず安定しているとする研究との間にある不一致は、何に起因するのだろうか？

不一致の理由は、少なくともふたつ考えられる。第1は、各研究が基にしたデータの年代の問題である。第2は、各研究で用いられている課題の違いの問題である。

まず、第1の年代の問題であるが、性差の程度の減少を示した研究における年代の範囲は、Rosenthal & Rubin (1982a) では1961~1978の約18年間、Stumpf & Klieme (1989) では1978~1988の約11年間、Feingold (1988) では1947~1980の約34年間であった。それに対し、年代的な変化を示さなかったMasters & Sanders (1993) では、1975~1992の約18年間であった。年代の範囲は、Feingold (1988) が4研究の中ではずば抜けて長いほかは、特に大きな違いがあるとは言えない。もっとも、基にした課題が異なっていたり、用いられたテスト項目に変化があったりする Rosenthal & Rubin (1982a) と Stumpf & Klieme (1989) の2研究を除いて、Feingold (1988) と Masters & Sanders (1993) の2研究を直接比較すると、年代範囲という点でも、被験者のコホートの点でも、違いがあるといえるだろう。

Feingold (1988) の研究は、Masters & Sanders (1993) の研究と比較して、年代範囲が

非常に広いため、時代的な変化をうまく抽出できたと考えることができるかもしれない。しかし、Feingold (1988) では、年代と効果量の相関係数は、 $r = -.99$ であり、ほとんど完全な直線的相関であるのに対し、Masters & Sanders (1993) では、 $r = .07$ というほとんど完璧といって良い無相関なのであり、両研究での、年代と効果量との関係は、質的に異なるものと考えべきであろう。

ただ、被験者のコホートの違いは、結果の不一致に関係しているかもしれない。両者のデータの年代は、約5年ほどしか重なっていない。Feingold (1988) では、1980年以降のデータが提示されていないために、同時代的な変化の比較ができない。DAT のなかの Spatial Relations も、ひょっとしたら1980年以降は効果量の減少はストップしているかもしれないのである。逆に(こちらは実際には検証不可能だが)、1975年以前であれば、心的回転に関する効果量は時代とともに減少してきた可能性も考えられる。DAT の近年のデータが存在するのであれば、それを検討することがこの問題をどう解釈すべきかに一つの解答を与えてくれるだろう。

次に、第2の課題の違いの問題について検討したい。ここでも、用いられた空間課題がまちまちである Rosenthal & Rubin (1982a) の研究と、空間課題の項目が変化しているためにやや信頼度の劣る Stumpf & Klieme (1989) の研究は除いて、Feingold (1988) と Masters & Sanders (1993) の比較を試みることにする。

2つの研究で不一致がみられたのは、両者で用いられた空間課題の性質がことなっている可能性が考えられる。Feingold (1988) で用いられた DAT の Spatial Relations と、Masters & Sanders (1993) で用いられた Vandenberg の心的回転課題の間の相関は低い ($r = .29$) ことが知られている (Vandenberg & Kuse, 1978)。更に、Spatial Relations の解決に用いられる分析的な方略は、必ずしも心的回転を含んでいないという指摘もある (Halpern, 1989; Linn & Petersen, 1985)。同じく空間能力を測定する課題でありながら、両課題間の相関が必ずしも高いものではなく、また用いられている方略も異なったものである可能性があるということになると、両課題が背景とする能力も異なっている可能性もある。つまり、心的回転課題で測定される能力は、比較的安定したものであるのに対して、Spatial Relations で測定される能力は変化可能性の高いものだと考えられるわけである。このように考えてくると、空間能力の中でも、特に心的回転など空間情報の心的操作を中核とするような能力は、性差が安定しているということになりそうであり、もしそうなら性差の根拠を生得的ないしは生物学的な要因に結び付ける考え方には有利であるかもしれない。

しかし、性差に及ぼす経験的要因の影響の可能性を排除することはできない。空間課題の成績に男性性-女性性など性差のある性格特性のあるものが関連が深いという指摘はすでにいくつかの研究においてなされている (e. g. Newcombe & Dubas, 1992)。何年にもわたって蓄積された性の違いによる経験の差が、心的課題の成績に反映している可能性も否定できないであろう。

更に、Vandenberg の心的回転課題は、空間課題の中でも特殊なものであり、男女の経験の差が、特に反映しやすい課題であるという可能性もある。この点に関して、女子は男子よりも空間課題に対して苦手意識を持ちやすいものであり、それが特に心的回転課題の場合には強まるとの指摘もある (Stumpf, 1993)。つまり、女子は男子に比べて、より慎重

に時間をかけて課題遂行を行うが、時間制限があることはかえって女子の時間をかける答え方には不利に働くわけである。また、女子は、課題遂行の結果についても、自信がないため、一度応えたものについても再度吟味をしたり、あえて自信のないものには応えなかったりするのに対し、男子は正答であるという確信が強くなくてもとにかく応えようとする傾向があるが、Vandenberg の心的回転課題は、各項目それぞれ4つの選択肢の内2つが正答であるため、偶然正答する率は50%と高く、男子のような答えの方が有利である。こうした男女の反応の傾向性の違いは、作業要因 (performance factors) と呼ばれるが、このような要因が性差に影響していることも可能性としては指摘できよう。

(平成6年9月7日受理)

引用文献

- Cohen, J. 1977 *Statistical power analysis in behavioral sciences*. New York: Academic Press.
- Deaux, K. 1985 Sex and gender. *Annual Review of Psychology*, **36**, 49-81.
- Eliot, J. 1987 *Models of psychological space*. New York: Spinger-Verlag.
- Fausto-Sterling, A. 1985 *Myth of gender*. New York: Basic Books.
- (池上千寿子・根岸悦子(訳) 1990 『ジェンダーの神話』 工作舎)
- Feingold, A. 1988 Cognitive gender differences are disappearing. *American Psychologist*, **43**, 95-103.
- Halpern, D. F. 1989 The disappearance of cognitive gender differences: What you see depends on where you look. *American Psychologist*, **1102**, 1156-1158.
- Hoyenga, K. B. , and Hoyenga, K. T. 1993 *Gender-related differences: Origins and outcomes*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Hyde, J. S. 1981 How large are cognitive gender differences?: A meta-analysis using ω^2 and d . *American Psychologist*, **36**, 892-901.
- Linn, M. C. and Petersen, A. C. 1985 Emergence and characteraization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, **56**, 1479-1498.
- Maccoby, E. E. , and Jacklin, C. N. 1974 *The psychology of sex differences*. Stanford: Stanford University Press.
- Masters, M. S. , and Sanders, B. 1993 Is the gender difference in mental rotation disappearing? *Behavior Genetics*, **23**, 337-341.
- McGee, M. G. 1982 Spatial abilities: The influence of genetic factors. In M. Potegal(Ed.) *Spatial abilities: Developmental and physiological foundations*. New York: Academic Press. pp. 199-222.
- 森敏昭・吉田寿夫(編) 1990 心理学のためのデータ解析テクニカルブック 北大路書房
- Newcombe, N. and Dubas, J. S. 1992 A longitudinal study of spatial ability in adolescent females. *Child Development*, **63**, 37-46.
- Rosenthal, R. , and Rubin, D. B. 1982a Further meta-analytic procedures for assessing cognitive gender differences. *Journal of Educational Psychology*, **74**, 708-712.
- Rosenthal, R. , and Rubin, D. B. 1982b Comparing effect sizes of independent studies. *Psychological Bulletin*, **92**, 500-504.
- Stumpf, H. 1993 Performance factors and gender-related differences in spatial ability: Another assessment. *Memory & Cognition*, **21**, 828-836.
- Stumph, H. , and Klieme, E. 1989 Sex-related differences in spatial ability: More evidence for convergence. *Perceptual and Motor Skills*, **69**, 915-921.
- 竹内謙彰 印刷中 迷う：空間認知の個人差 空間認知研究会(編) 空間に生きる：発達心理学からのアプローチ 北大路書房
- 竹内謙彰 1994 空間能力の性差は生得的か？ 心理科学, **16**, 61-75.

- Vandenberg, S. G. 1975 Sources of variance in performance of spatial tests. In Eliot, J. and Salkind, N. J. (Eds.) *Children's spatial development*. Springfield: Charles C Thomas. pp. 57-66.
- Vandenberg, S. G. and Kuse, A. R. 1978 Mental Rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47, 599-604.