



RIETI Discussion Paper Series 24-J-008

思考タイプと仕事・学習における能力形成

西村 和雄
経済産業研究所

八木 匡
同志社大学



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<https://www.rieti.go.jp/jp/>

思考タイプと仕事・学習における能力形成*

西村和雄（神戸大学／経済産業研究所）*

八木匡（同志社大学）**

要 旨

物事をイメージ化する能力は人によって違いがある。例えば、初めて会った人の顔を覚えられない人がいれば、覚えられない人もいる。また、セルフ・トークに代表されるような言語的思考をする人もいる。すなわち認知能力には個人差がある。本稿では、認知能力の違いが、仕事の達成度、学習教科の得意・不得意にどのように影響するかを分析する。

具体的には、アンケート調査で、回答者の思考のあり方をたずねて、それぞれの回答者の空間認知能力、イメージ能力、言語能力を指数化する。その上で、現在従事している職業で使われる能力、学習における教科での得意・不得意、他の課題の得意・不得意との関係を分析した。この結果は、仕事における適材適所を行う1つの見方を提供するとともに、能力開発の方法も提供することに役立つであろう。

キーワード：空間認知能力、イメージ能力、言語能力、職業適性、能力形成

JEL Classification Codes：J59, I29

RIETIディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

※ 本論文は、独立行政法人経済産業研究所におけるプロジェクト「日本経済社会の活力回復と生産性向上のための基礎的研究」（代表：西村和雄ファカルティフェロー）の成果である。本稿の原案は、経済産業研究所（RIETI）のディスカッション・ペーパー検討会で発表したものである。検討会参加者からの有益なコメントに感謝したい。日本学術振興会の科学研究費 JSPS 科学研究費基盤 S # 20H05633 および基盤 B #16H03598 の研究支援にも感謝する。

* 神戸大学計算社会科学センター特命教授、独立行政法人経済産業研究所 FF

** 同志社大学経済学部教授

1. 序論

物事をイメージ化する能力は人によって違いがある。例えば、初めて会った人の顔を覚えられる人がいれば、覚えられない人もいる。イメージ能力には、個人差があるということである。個人差が、人の思考に伴う脳活動と関連しているであろうことは容易に想像できる。人の思考では、セルフ・トークに代表されるような言語的思考をする人もいる。言語的思考にどの程度の強さのイメージが伴う否かは、これまた個人差があるであろう。思考におけるイメージについては、平面的なイメージか、奥行きを持った空間的なイメージかの違いがある。Kozhevnikov, Hegarty, & Mayer (2002) は、言語能力との比較において、平面的イメージ能力と空間認知能力を区別して分析した。これらの能力が、仕事の達成度、学習教科の得意・不得意にどのように関連するかは、興味深い課題である¹。

空間認知能力が職業的成果の予測においても重要であることを示す、Shea et al. (2001) の研究がある。パイロットが、高い空間認知能力が必要とするというのは比較的理解がしやすい (Dror et al. (1993))。もちろん、必要な認知能力は職業によって異なると考えられるが故に、3つの能力と職業選択との関係についてのより具体的な詳細な分析は重要である²。

教科学習の得意不得意は、仕事の達成度にも影響するので、思考が教科学習の得意不得意に与える影響を理解しておくことも重要である³。Rohde & Thompson (2007) は、数学能力が処理速度と空間能力に影響を受けていることを示した。また、Jarvis & Gathercole (2003) は、11歳と14歳の子どものNational Curriculum testsにおける英語、数学と科学の得点において、言語的ワーキングメモリと空間認知能力を含む非言語的ワーキングメモリの両方が、重要であることを示す結果を得ている。

さらに、原田・鈴木 (2017) は、理科4科目における分析において、空間認知能力が物理・地学分野に影響を与えていることを、Kozhevnikov et al. (2007) では空間認知が物理における運動学(kinematics)を理解する能力と強い関係にあることを示している。Wai et al. (2009) では、STEM (科学、技術、工学、数学) 領域における空間認知能力の重要性を示している。

以上の観点から認知能力の個人差が、脳活動の差と関連するのは明らかであろう。

Iwaki et al. (2012) はメンタルローテーション (Mental rotation) 課題に対する回答の成績で空間認知能力を評価したが、Nishimura et al. (2020) は、このような空間認知能力と自発的視覚特性の関係を調べた。3次元図形を心の中で回転操作 (Mental rotation) するパフォーマンス (正答率) の個人差 (得手・不得手) が、自発的思考にお

¹ 本論文では、思考タイプとして、イメージ、空間認知、言語の能力に注目して分析する。聴覚能力を独立に扱い、イメージ、空間認知、言語に、聴覚能力を含めた六つの思考タイプに分けて分析したものとして本田 (2012) がある。

² 空間認知能力が、生活環境の中で形成される可能性を示唆する研究もある (Coutrot, et. al., 2022)。

³ 空間認知能力、イメージ能力、言語能力がSTEM能力形成に与える影響に関する先行研究結果の内容については、原田(2019)による詳細なサーベイが有益である。

けるイメージ想起 (Spontaneous mental imagery) 課題中の脳活動とどのような関連があるかを、脳磁図 (MEG) を用いて調べている。その結果、メンタルローテーション課題の正答率の高い空間認知能力の高いグループは、自発的メンタルイメージ課題では、前頭部において、20Hz 帯で腹側運動前野、35Hz 帯で補足運動野がそれぞれ有意に活性化し、脳活動に有意な違いがあることが分かった。

また、空間的認知能力が高い人は、単にイメージ能力の高い群に比べて、前頭前野背外側領域 (DLPFC) が活発に活動しているという結果もある (Motes, Malach, & Kozhevnikov, 2008)。

本研究では、アンケート調査で、回答者に、空間認知能力、イメージ能力、言語能力に関連する質問をして、回答を指数化する。その上で、現在従事している職業、職業で使われる能力、学習における教科での得意・不得意や他の課題に対する得意・不得意との関係を分析する。アンケートで尋ねる思考に関する質問の多くは、外的な刺激に対する反応というよりも、自発的思考を伴う課題に関するものである。

以下の第2節ではアンケートのデータと、空間認知能力、イメージ能力、言語能力の指数化についての説明を行う。第3節では、職業ごとに、回答者のもつ空間認知能力、イメージ能力、言語能力の高さを分析するとともに、回答者の仕事に必要な能力との関連を分析する。具体例として、囲碁・将棋の強さや地図を読む能力を分析する。第4節では、クラスター分析によって、回答者を5つの異なる思考タイプのグループに分け、学校での教科学習の得意度を比較する。第5節はまとめである。

2. データ概要と指数の生成

2.1 データの概要

本研究で用いるデータは、独立行政法人経済産業研究所における「日本経済の成長と生産性向上のための基礎的研究」の一環として、株式会社インテージリサーチを通じて2023年7月21日から2023年7月25日にかけて実施した調査「行動決定と人材育成に関するインターネット調査」で得られたものである⁴。調査手法は、インターネットモニター (マイティモニター) を利用したインターネット調査であり、対象者は全国に在住の15歳~79歳の男女である。サンプル構成は、令和2年国勢調査より年齢を3区分、性別、エリア別 (10区分) により、割付を行った。配信数は273,573件で、回収率は7.6%であった。

データ特性は、次のように整理される。標本回収数(度数)は20,808である。税引き前「世帯」年収の平均は574.5万円で、標準偏差は357.4万円となっている。税引き前個人年収の平均は329.9万円で、標準偏差は294.4万円となっている。性別分布は、男性が49.6%、女性は50.4%であり、男女ほぼ同数である。婚姻状況は、未婚33.4%、既婚55.7%、死別・離別10.7%である。平均年齢は48.3歳、標準偏差は15.1歳である。子供のいる回答者は46.3%で、いない回答者は53.7%である。また、大卒以上の最終学歴を持っている回答者の

⁴本調査は、神戸大学経済経営研究所実験倫理委員会での承認を受けて実施された。

比率は 40.1%である。

2.2 空間認知能力、イメージ能力、言語能力指数の生成

本調査では、空間認知能力、イメージ能力、言語能力の特徴を表す質問をして、それを指数化した⁵。イメージ能力の得点を決める質問は 11 問あり、そのうち 5 問は以下の質問である。

Q7_1: 「誕生日を思い出してください」

Q7_2: 「自宅の郵便番号を思い出してください」。

Q7_3: 「5×5 を計算してください」

Q8_1: 「十二支を思い出してください。頭の中で、文字（漢字など）か各動物のイメージが浮かびましたか」

Q8_2: 「最近、人と交わした会話を思い出してください。会話の内容を言葉で思い出しましたか。情景で思い出しましたか」

また、次の 6 つの質問もイメージ能力の得点を計算するために用いられた。

Q11_1 「私のイメージするものは、とてもカラフルで色鮮やかである」、

Q11_2 「小説を読んでいるとき、私はたいてい描写されている情景を思い浮かべている」、

Q11_4 「私のイメージするものは、写真のようである」、

Q11_6 「私は誰かの着ているシャツの色や、彼や彼女の靴の色が何色であったかというような情報が自動的に自分の中に入る」、

Q11_7 「学校で習う平面図形において何の問題もなかった」、

Q11_8 「経験したことのあるシーンを目を閉じて簡単に描くことができる」、

一方、言語能力の得点を決める質問は 7 問あり、そのうち 5 問は次の質問である⁶。

Q7_1: 「誕生日を思い出してください」

Q7_2: 「自宅の郵便番号を思い出してください」。

Q7_3: 「5×5 を計算してください」

Q8_1: 「十二支を思い出してください。頭の中で、文字（漢字など）か各動物のイメージが浮かびましたか」

Q8_2: 「最近、人と交わした会話を思い出してください。会話の内容を言葉で思い出しましたか。情景で思い出しましたか」

また、次の 2 つの質問も言語能力の得点を計算するために用いられた。

Q11_9 「何かを説明するとき、絵やスケッチというよりは、言葉で説明するほうである」、

⁵ ここでのイメージ能力は平面的なイメージ能力と解釈する。

⁶ イメージ能力を測る問題 5 問と言語能力を測る問題 5 問は、同じかもしくは同様の問題であるが、回答の違いによってイメージ能力もしくは言語能力の強さを指数化している。Q7_1, Q7_2, Q7_3, Q8_1, Q8_2 に対して、文字が映像で浮かんだり、音声が聞こえる場合があるが、前者はイメージ能力に、後者は言語能力の得点にカウントされる。

Q11_10「教科書を読んでいるとき、私はあまり視覚化したりしようとはしない」

空間認知については、3問の質問があり、その一つ

Q9_1「私は3次元形状のものを簡単にイメージし、心の中で回転させることができる」という質問に対して、「はい」を選択した場合には、空間認知能力の得点1を付与する。残りの2つの質問は

Q11_3「行きつけの店にあるものを買いに行くとき、私はそのものがある正しい場所、その棚がある場所を簡単に心に描くことができる」、

Q11_11「私は学校数学の立体の分野が得意であった」

である。

空間認知能力、イメージ能力、言語能力のそれぞれの指数はすべて1と10の間の値を取るよう定義されている。指数間の比較を行う際に、平均を0、分散を1となるように標準化することにより、平均と分散の違いに基づく差を除去できる。標準化を行う式は、

$$z = \frac{x - \bar{x}}{S_x}$$

となる。ここで、 z は標準化された指数、 x は標準化前の指数、 \bar{x} は標準化前の平均値、 S_x は標準化前の標準偏差である。なお、イメージ能力の平均値は7.0911、標準偏差は1.40103。空間認知能力の平均値は5.0156で標準偏差は2.84987。言語能力の平均値は4.1655で、標準偏差は1.32508である。

具体的な定義については付論1、男女別イメージ能力、空間認知能力、言語能力指数の標準化平均値比較については付論2を参考にして頂きたい。

3. 職業と適性

3.1 職種別空間認知能力、イメージ能力、言語能力

本調査では、「あなたの現在の職種をお答えください」という問いかけに対して、管理職、研究者、技術者、大学教員、小中高教員、医師・歯科医、建築設計士・建築デザイナー等、弁護士・会計士・税理士等、画家・ビジュアル系クリエイター、音楽系クリエイター、作家、記者、スポーツ選手、服飾・工業デザイナー、営業職、販売職、一般事務職、介護士等医療サービス従事者、理髪師・美容師・マッサージ師等、調理人、接客業、警備保安業従事者、工場等での生産従事者、土木・建設業従事者、運輸・輸送業従事者、農林水産業従事者、その他、という選択肢の中から1つ選択してもらっている。

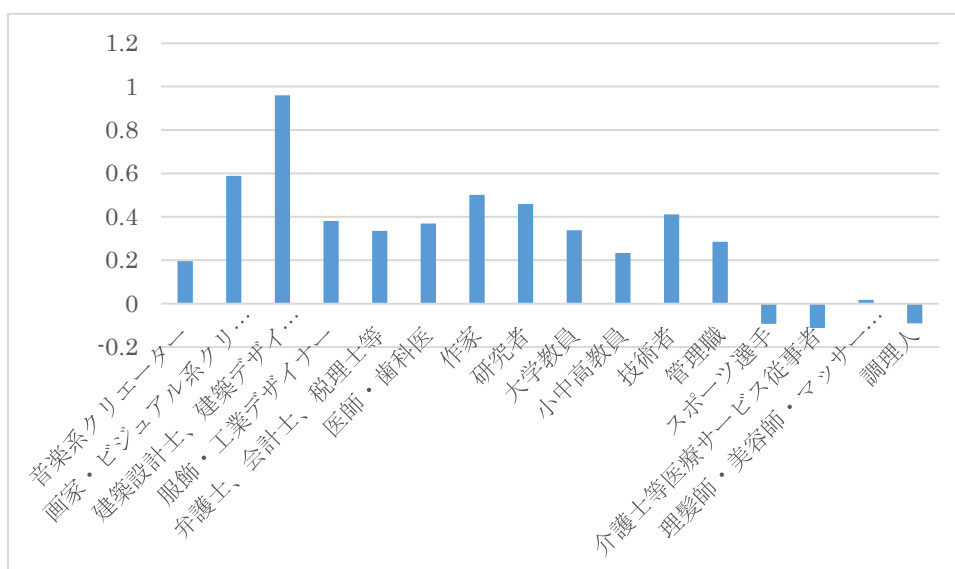
そこで、本節では職種別に、空間認知能力、イメージ能力、言語能力の指数平均値を求めている。表では、すべての職種について、度数を示している。

図表 1 職種別度数

職種	管理職	研究者	技術者	大学教員	小中高教員	医師・歯科医	建築設計士、建築デザイナー等	弁護士、会計士、税理士等	画家・ビジュアル系クリエーター	音楽系クリエーター	作家	記者	スポーツ選手	服飾・工業デザイナー
度数	1419	85	919	47	239	75	52	66	44	27	9	2	12	15
職種	営業職、販売職	一般事務職	介護士等医療サービス従事者	理髪師、美容師、マッサージ師等	調理人	接客業	警備保安業従事者	工場等での生産従事者	土木・建設業従事者	運輸・輸送業従事者	農林水産業従事者	その他		
度数	1279	2574	907	84	192	1043	159	688	320	643	136	3473		

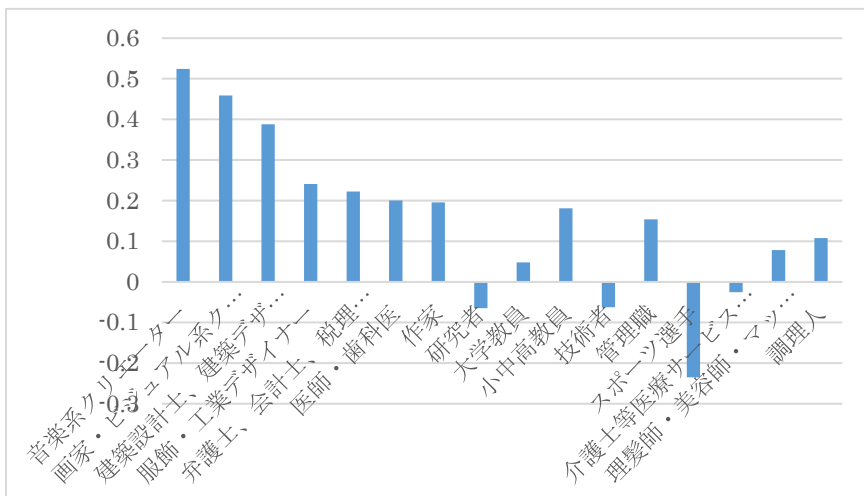
標準化された値で、専門職に各職種毎の平均値のグラフを書くと図表2から図表5となる。これらの図から、職種別の空間認知能力、イメージ能力、言語能力指数の平均値を比較することが可能となっており、どのような職種でどのような感覚が高い平均値であるかを見ることができる。

図表 2 専門職別空間認知能力平均値



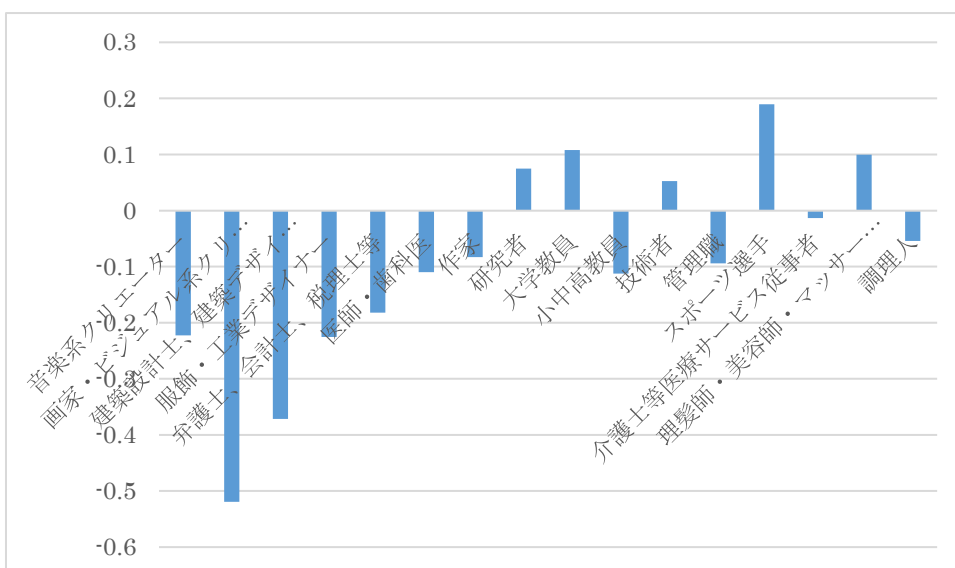
図表 2 から、専門職でも、芸術系や教育・研究系のクリエイティブな職業に従事する人の空間認知能力が高いことが分かる。

図表3 専門職別イメージ能力平均値



やはり芸術系の職種でイメージ能力が高いが、教育・研究系専門職では、空間認知能力ほどイメージ能力は高くない。

図表4 専門職別言語能力平均値



芸術系の職種についている人の言語能力は低いが、研究職についている人の言語能力は高くなっている。図表4では専門職のみグラフ化しており、事務職等は含まれていないため、全体として平均が負のように見えるが、全職種の平均は0となる。

3.2. 職業で用いる能力と空間認知能力、イメージ能力、言語能力

前節で、職業とその職業に従事している人の空間認知、イメージ、言語能力間には、一定の傾向がみられることが分かった。次に、回答者がどのような内容の能力を使っているかを

調べてみよう。

本調査の中で、職業適性に関して、「あなたはどのような能力を用いる仕事をしていますか。あてはまるものをすべて選んでください。」という質問をしている。選択肢としては、「色彩感覚」、「図形（平面）感覚」、「図形（立体）感覚」、「数学（解析）的理解力」、「観察力」、「提案力」、「想像力」、「創造力」、「論理的思考」、「語学力」、「音感・リズム感」、「演奏技術」、「コミュニケーション能力」、「IT 技術」、「ストレス耐性」、「統計等のデータ解析能力」、「あてはまるものはない」である。

そこで、被説明変数を、空間認知能力、イメージ能力、言語能力として、それぞれについて上記の選択肢を説明変数とする重回帰モデルによる分析を行う。この重回帰モデルは、説明変数から被説明変数に与える因果性については考えず、統計的に有意な関係性がどのような能力において存在しているかを明らかにすることのみを分析する。それでも、この分析によって、空間認知能力、イメージ能力、言語能力が具体的にどのような仕事の内容に活用されているのかを明らかにすることができる。

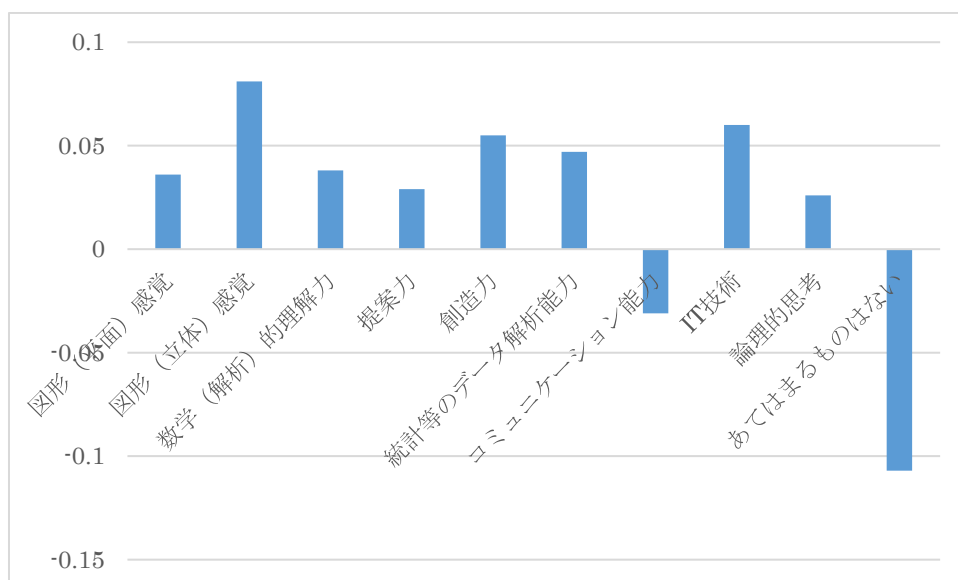
・仕事で要求される能力と空間認知能力

空間認知能力と統計的に有意な正の関係性を持っている能力は、図形（平面）感覚、図形（立体）感覚、数学（解析）的理解力、提案力、創造力、論理的思考、IT 技術、統計等のデータ解析能力である。逆に、統計的に有意に負の関係性を持っているのが、コミュニケーション能力と「あてはまるものはない」である。

図表5 空間認知能力と統計的關係性が高い能力（標準化係数）

	非標準化係数		標準化係数	t 値	有意確率
	B	標準誤差	ベータ		
(定数)	5.032	.051		99.249	<.001
図形（平面）感覚	.431	.131	.036	3.276	.001
図形（立体）感覚	.902	.123	.081	7.317	<.001
数学（解析）的理解力	.376	.091	.038	4.136	<.001
提案力	.198	.066	.029	3.003	.003
創造力	.486	.080	.055	6.108	<.001
統計等のデータ解析能力	.456	.086	.047	5.304	<.001
コミュニケーション能力	-.188	.060	-.031	-3.136	.002
IT技術	.579	.082	.060	7.035	<.001
論理的思考	.193	.070	.026	2.768	.006
あてはまるものはない	-.635	.063	-.107	-10.038	<.001
被説明変数：空間認知能力					

図表 6 空間認知能力と統計的關係性が高い能力（標準化係数）



・ 仕事で要求される能力とイメージ能力

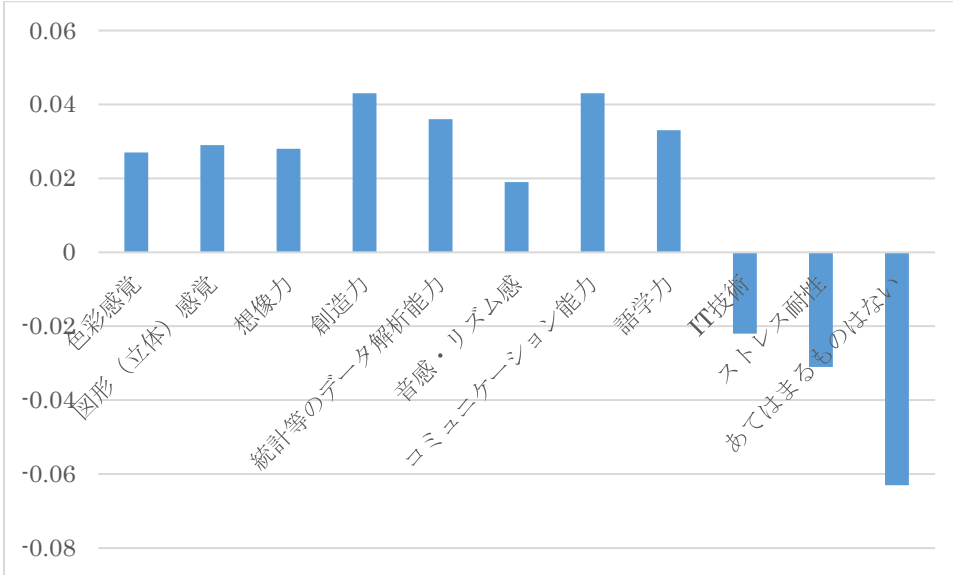
イメージ能力と統計的に有意な正の關係性を持っている能力は、色彩感覚、図形（立体）感覚、想像力、創造力、語学力、音感・リズム感、コミュニケーション能力、統計等のデータ解析能力である。逆に、統計的に有意に負の關係性を持っているのが、IT 技術、ストレス耐性、「あてはまるものはない」である。

図表7 イメージ能力と統計的關係性が高い能力（標準化係数）

	非標準化係数		標準化係数	t 値	有意確率
	B	標準誤差	ベータ		
(定数)	7.038	.025		284.594	<.001
色彩感覚	.167	.055	.027	3.016	.003
図形（立体）感覚	.155	.048	.029	3.226	.001
想像力	.104	.036	.028	2.878	.004
創造力	.185	.041	.043	4.491	<.001
統計等のデータ解析能力	.166	.041	.036	4.082	<.001
音感・リズム感	.168	.076	.019	2.227	.026
コミュニケーション能力	.124	.030	.043	4.148	<.001
語学力	.155	.041	.033	3.744	<.001
IT技術	-.104	.040	-.022	-2.580	.010

ストレス耐性	-.120	.035	-.031	-3.398	<.001
あてはまるものはない	-.181	.031	-.063	-5.830	<.001
被説明変数：イメージ能力					

図表 8 イメージ能力と統計的關係性が高い能力（標準化係数）



仕事で要求される能力と言語能力

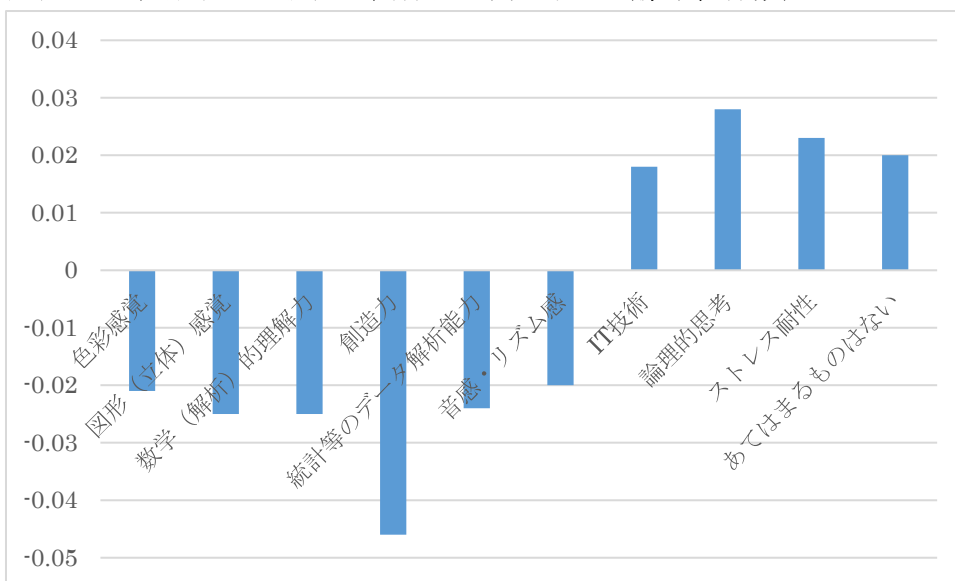
言語能力と統計的に有意な正の關係性を持っている能力は、論理的思考、IT 技術、ストレス耐性、「あてはまるものはない」である。逆に統計的に有意に負の關係性を持っているのが、色彩感覚、図形（立体）感覚、数学（解析）的理解力、創造力、音感・リズム感、統計等のデータ解析能力となっている。空間認知能力やイメージ能力と正の關係性をもっているもので、言語能力とは負の關係性をもつものは少なくない。この分析から、空間認知能力やイメージ能力と言語能力とでは、仕事で用いられる能力には、大きな違いがあることが分かる。

図表9 言語能力と統計的關係性が高い能力（標準化係数）

	非標準化係数		標準化係数	t 値	有意確率
	B	標準誤差	ベータ		
(定数)	4.170	.019		215.910	<.001
色彩感覚	-.125	.053	-.021	-2.351	.019
図形（立体）感覚	-.127	.048	-.025	-2.666	.008
数学（解析）的理解力	-.114	.043	-.025	-2.665	.008
創造力	-.187	.038	-.046	-4.954	<.001
統計等のデータ解析能力	-.108	.041	-.024	-2.638	.008

音感・リズム感	-.175	.072	-.020	-2.416	.016
IT技術	.080	.039	.018	2.042	.041
論理的思考	.094	.033	.028	2.877	.004
ストレス耐性	.087	.033	.023	2.626	.009
あてはまるものはない	.055	.026	.020	2.098	.036
被説明変数：言語能力					

図表 10 言語能力と統計的関係性が高い能力（標準化係数）



以上から、職業的適性がイメージ能力、空間認知能力、言語能力の強さに依存している可能性がある。この結果は、民間・官庁を問わず、適材適所を可能にする一つの視点を与えるであろう。

以下では、特定の能力の具体例として、将棋・囲碁の能力と地図を読む能力を取り上げて、空間認知、イメージ、言語能力の強さがどのように関係しているかを調べる。

・将棋・囲碁の能力

プロの棋士は、傑出した思考能力を持つというのはよく知られたことである。その能力が何なのかは自明ではない。

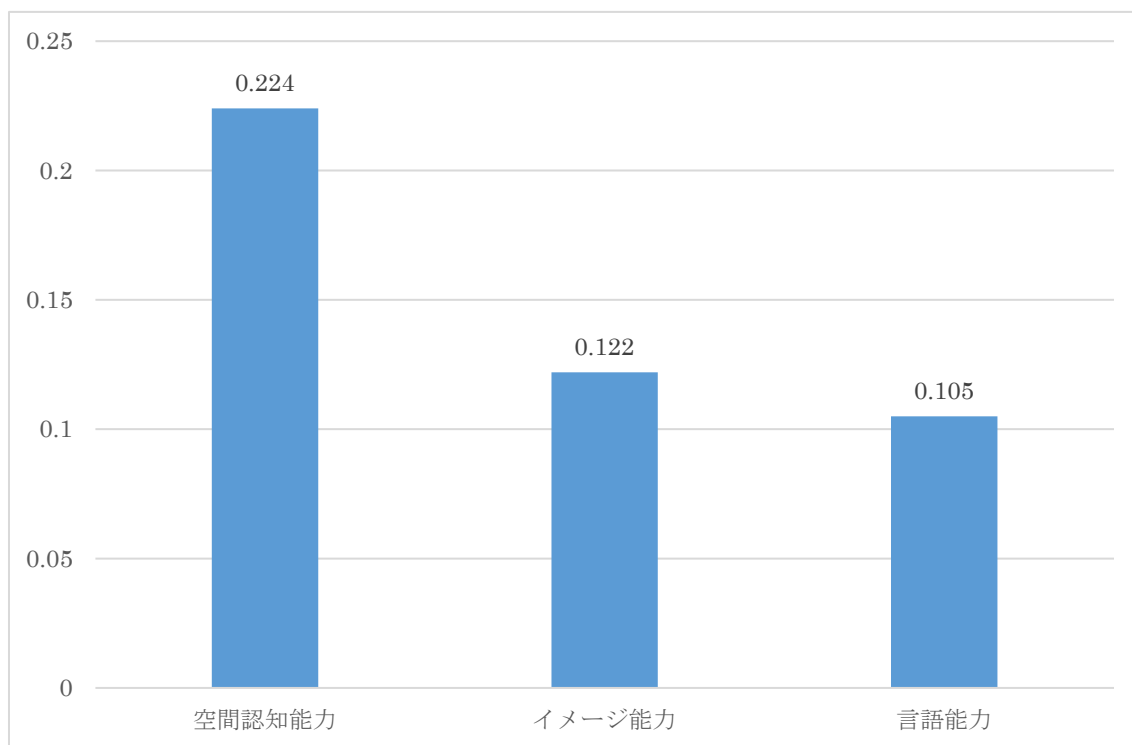
そこで、我々は、将棋・囲碁の得意度を、空間認知能力、イメージ能力、言語能力によって説明する重回帰分析を行い、図表11の結果を得た。図表12は、重回帰分析結果にある標準化係数をグラフで示している。重回帰分析において、ある変数の係数値は、他の変数を一定とした場合に、当該変数が限界的に変化したときの、被説明変数の限界的変化を与

えており、当該変数の被説明変数に対する限界効果を表していると解釈できる。これらの図表から示されているように、空間認知能力の限界効果が最も大きくなっていて、将棋・囲碁が上達するためには、空間認知能力が重要であることが示されている。

図表11 将棋・囲碁の得意度の決定要因（重回帰分析結果）

	非標準化係数		標準化係数	t 値	有意確率
	B	標準誤差	ベータ		
(定数)	1.067	.089		11.934	<.001
空間認知能力	.074	.003	.224	25.795	<.001
イメージ能力	.082	.009	.122	9.255	<.001
言語能力	.075	.009	.105	8.588	<.001
被説明変数：将棋・囲碁の得意度					

図表 12 将棋・囲碁の得意度決定要因（標準化係数）



・地図を読む能力

かなり前に、「話を聞かない男、地図が読めない女」というタイトルの書籍が話題になったことがある。地図を読む能力の違いは、本当に男女差によるのだろうか。我々は、「地図を読むのが得意である」と答えた人の空間認知能力、イメージ能力、言語能力を調べてみた。すると、図表13、14のように、「地図を読む能力」においても、空間認知能力が重要であることが分かる。

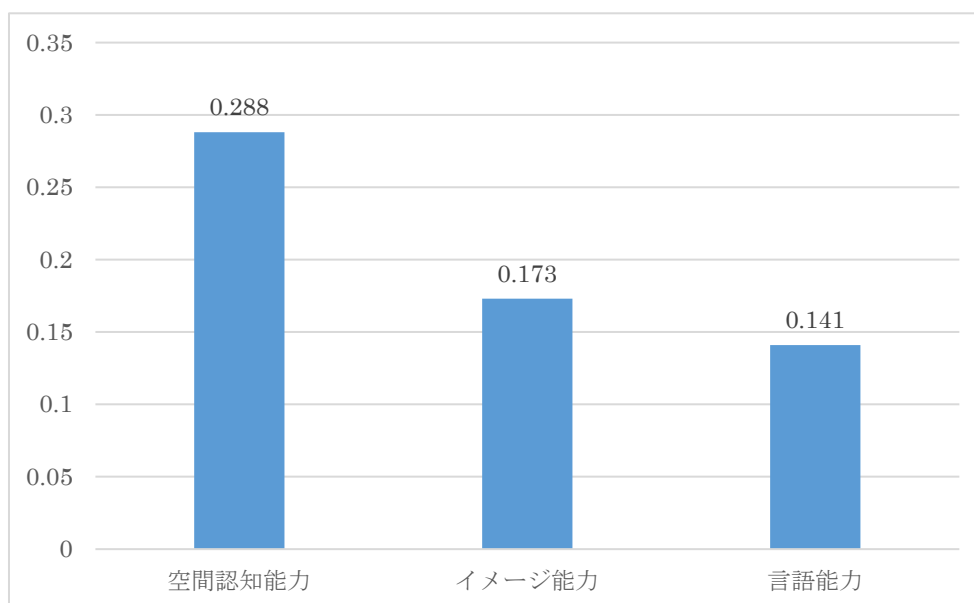
付論2をグラフ化した図表15から示されているように、平均値を0とおいた指数で測った場合、空間認知能力には男女間で大きな差があり、男性が相対的に高い空間認知能力を持っていることが示されている。イメージ能力は、女性の方が高くなっているが、地図を読むことに対しては、イメージ能力よりも空間認知能力が強い影響をもっているため、男性において、地図を読むことが相対的により得意になっていると考えることができる。

図表13 地図を読むのは得意である決定要因（標準化係数）

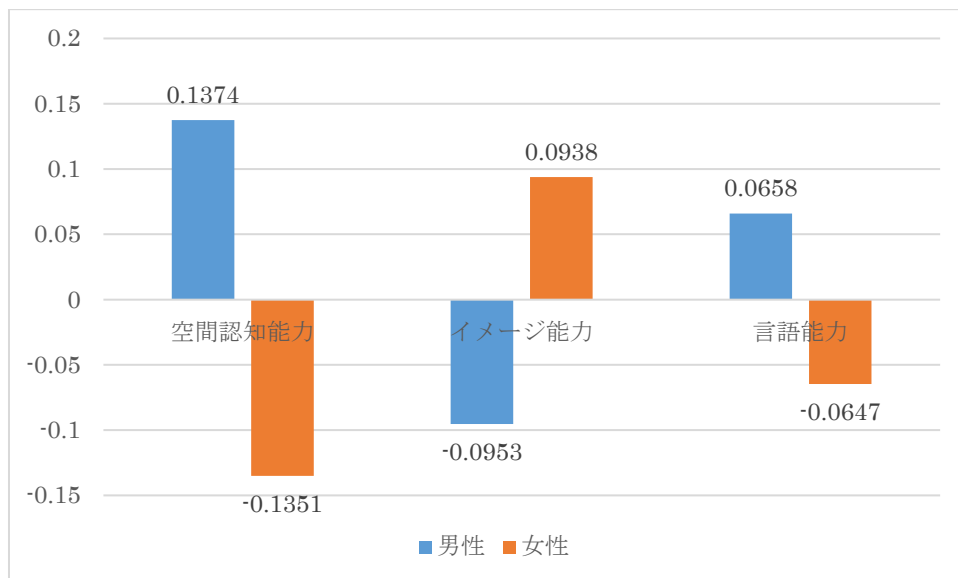
	非標準化係数		標準化係数	t 値	有意確率
	B	標準誤差	ベータ		
(定数)	.889	.097		9.154	<.001
空間認知能力	.121	.003	.288	39.555	<.001
イメージ能力	.148	.010	.173	15.539	<.001
言語能力	.127	.009	.141	13.519	<.001

従属変数 地図を読むのは得意である

図表14 地図を読むのは得意である決定要因（標準化係数）



図表15 男女別空間・イメージ・言語能力平均値



・文章を書く能力

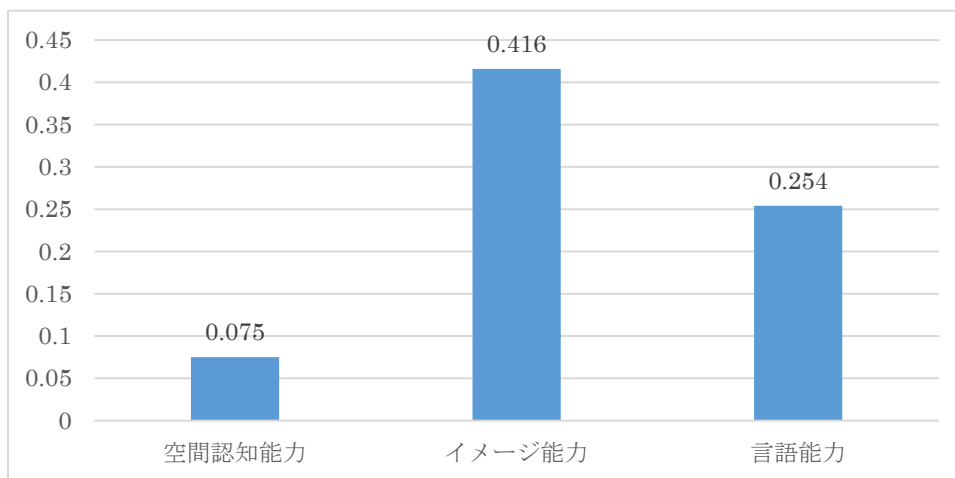
将棋・囲碁の得意度、地図を読む得意度に関しては、空間認知能力が強い影響を与えていることが示されていた。これに対して、図表 16、17 から示されているように、文章を書くことの得意度に関しては、イメージ能力が最も重要な影響を与えており、次に言語能力が強い影響を与えていることが示されている。このように、得意なものの内容により、3つの能力が得意度に与える影響が異なったものになることがわかる。

図表16 文章を書くことは得意である決定要因（標準化係数）

	非標準化係数		標準化係数	t 値	有意確率
	B	標準誤差	ベータ		
(定数)	2.867	.007		433.312	<.001
空間認知能力	.075	.007	.075	10.186	<.001
イメージ能力	.418	.011	.416	36.981	<.001
言語能力	.255	.011	.254	24.135	<.001

被説明変数：文章を書くことの得意度

図表17 文章を書くことは得意である決定要因（標準化係数）



4.空間認知能力、イメージ能力、言語能力の組み合わせが得意度にもたらす影響

一人の個人は、空間認知能力、イメージ能力、言語能力のどの能力も持ち合わせていて、その強弱の組み合わせ、すなわち空間認知能力、イメージ能力、言語能力の結合パターンが、個人によって違うのであろう。そこで、クラスター分析によって、空間認知能力指数、イメージ能力指数、言語能力指数の結合パターンに共通性が高い観測値をまとめて回答者を統計的に分類する。ここでは、最大クラスター数の設定を 6 としたケースで回答者のグループ分けを行い、各グループの能力形成パターンの違いを分析する。

SPSS の Two Step クラスター分析によって、最大クラスター数を 6 としたときの分析を行う。Two Step クラスター分析は、第 1 段階で標本値間の距離をもとに小さなクラスターを作成し、第 2 段階で小さなクラスターを段階的に結合させてまとめ上げる方法である。クラスター数は、様々な基準で自動的に決定される。この分析の結果、最大クラスター数を 6 に設定したときに、5 つのクラスターが分類されている。図表 18 で示されているように、左から順番に、第 1 クラスターサイズは 5530 で、総標本数の 26.6% である。第 2 クラスターサイズは 2832 で、総標本数の 13.6% となっている。第 3 クラスターサイズは 4294 で、総標本数の 20.6% となっている。第 4 クラスターサイズは 5811 で、総標本数の 27.9% となっている。第 5 クラスターサイズは 2341 で、総標本数の 11.3% となっている。各クラスターの特性は、図表 18 で示されている。

分類された 5 つのクラスターは、空間認知能力、イメージ能力と言語能力の強さの組み合わせで区別されている。

図表 18 5 つのクラスター

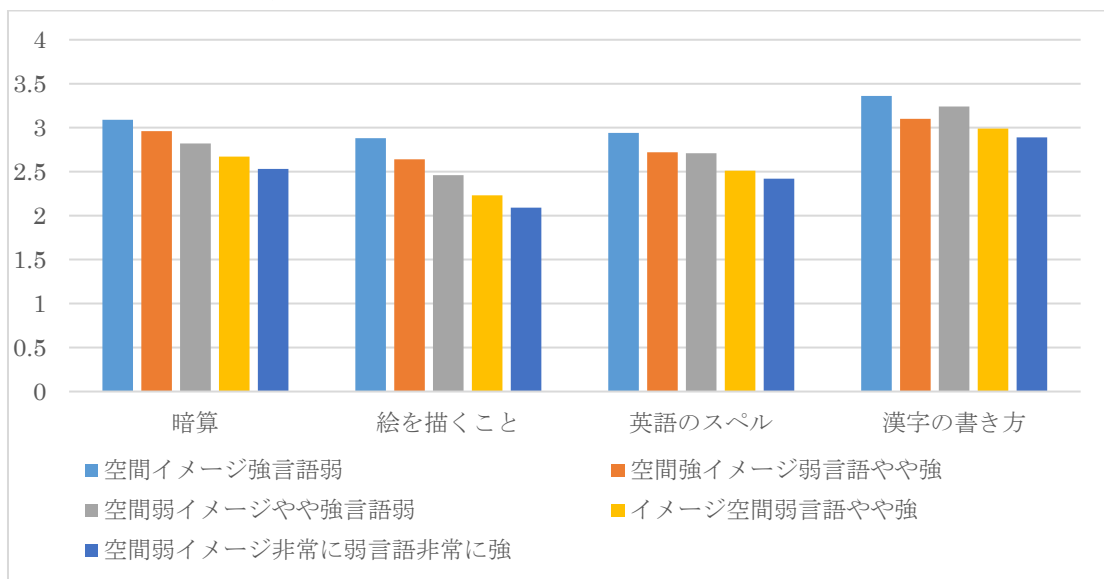
クラスターラベル	空間認知強、イメ	空間認知強、イメ	空間認知弱、イメ	空間認知・イメ	空間認知弱、イメ
----------	----------	----------	----------	---------	----------

	一ジ強、 言語弱	一ジ弱、 言語やや 強	一ジやや 強、言語 弱	一ジ弱、 言語やや 強	一ジ非常 に弱、言 語非常に 強
度数	5,530	2,832	4,294	5,811	2,341
空間認知能力 平均値	1.19	1.14	-0.74	-0.81	-0.82
イメージ能力 平均値	0.91	-0.39	0.68	-0.46	-1.77
言語能力平均 値	-0.80	0.56	-0.75	0.33	1.76

図表 19 は、暗算や書いたりする作業でのクラスターごとの得意度のグラフである。図で示されているように、空間認知能力とイメージ能力の両方が高い（クラスター1）場合は、言語能力が低くてもすべての能力の得意度が高い。暗算と絵を描くことでは、得意度がクラスターの番号順になっている。英語のスペルでは、クラスター2と3の得意度が等しい。漢字の書き方ではクラスター3の得意度がクラスター2の得意度よりも高くなっている。

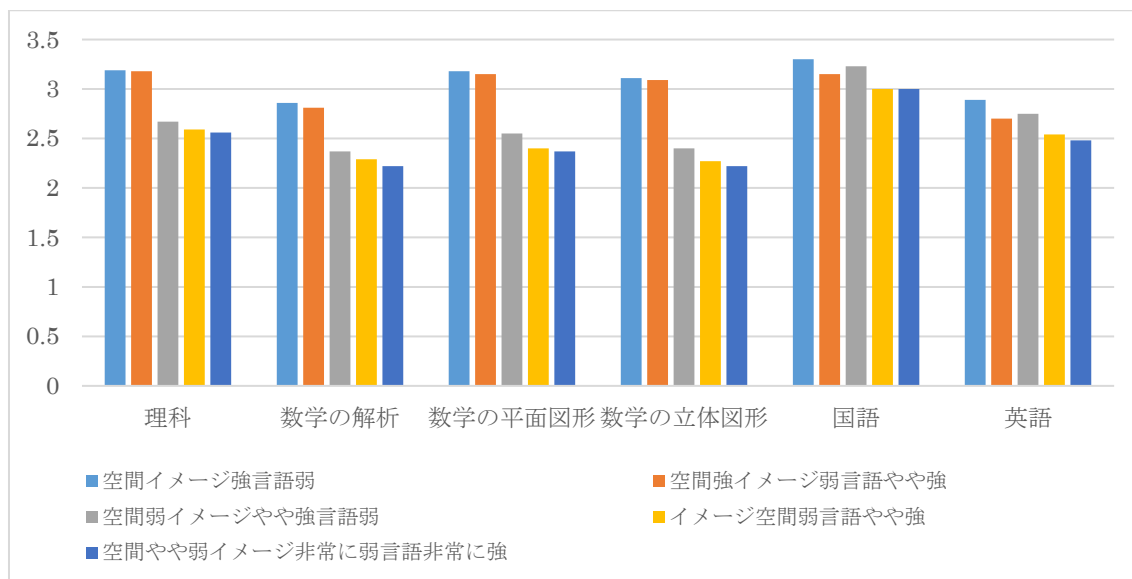
クラスター4と5を比較すると、言語能力が高くても空間認知能力やイメージ能力が弱い場合には**得意度**が高くないことが分かる。このように、空間、イメージ、言語能力の組み合わせの違いによって、**得意度**が異なってくる。

図表19 グループ別得意度（1）



学習科目に関する得意度に関しても、図表 20 で示されているように、空間認知能力が重要な役割を果たしており、すべての科目で空間認知能力が強いクラスターが高い得意度を示している。理科や立体図形だけでなく、数学の解析や平面図形でも空間認知能力が得意度を高めている。これに対し、国語と英語では、クラスターによる差が小さく、イメージ能力や言語能力の役割も大きいと考えられる。

図表20 グループ別得意度 (2)



5. おわりに

本稿では、回答者が従事している職業と空間認知能力、イメージ能力、言語能力の関係を調べた。すると、芸術系や教育・研究系のクリエイティブな専門職に従事する人の空間認知能力とイメージ能力が高く、言語能力が低いこと、教育・研究系専門職に就く人の空間認知能力や言語能力が高いことが分かった。

また、仕事で使われる能力については、立体感覚、創造力、統計等のデータ解析能力などは空間認知能力とイメージ能力の両方に、論理的思考と IT 技術などは空間認知能力と言語能力の両方と統計的に有意な正の関係性を持っている。

学習科目に関する能力では、空間認知能力、イメージ能力、言語能力の強さの組み合わせで、5つのグループにわけて、科目の得意不得意を調べた。すべての科目で空間認知能力が最も能力を高めているが、特に、理科と数学では空間認知能力が得意度を高める効果が大きかった。国語と英語では、グループによる差が小さく、イメージ能力や言語能力が理科や数学よりも得意度を高めることに寄与していることが分かった。

なお、具体例として、囲碁・将棋の得意度、地図を読む能力、文章を書くことの3つのケースについても分析をした。

以上の分析結果は、職種と人材配置において、適材を配置して、施策の効果を上げることに有効な活用ができるであろう。

参考文献

Coutrot, A., Manley, E., Goodroe, S., Gahnstrom, C., Filomena, G., Yesiltepe, D., Dalton R. C. , Wiener J. M., Hölscher C., C. Hornberger C., Spiers, H. J., Entropy of city street networks linked to future spatial navigation ability. *Nature*, 604(7904), 104-110 (2022).

Clynes, T. How to raise a genius: lessons from a 45-year study of super-smart children. *Nature* 537, 152-155 (2016).

Dror, I., Kosslyn S.M., Waag W.L., Visual-Spatial Abilities of Pilots, *Journal of Applied Psychology* 78(5):763-773(1993).

DOI:10.1037/0021-9010.78.5.763

Iwaki S., Sutani K., Inagawa M., Tobinaga Y., Nishimura K., Individual performance in mental processing is correlated with dynamic change in the gamma-band brain activity; *Society for Neuroscience Research*, 71, E145-E145 (2011).

DOI10.1016/j.neures.2011.07.627

Jarvis H. L., Gathercole S. E., Verbal and non-verbal working memory and achievements on national curriculum tests at 11 and 14 years of age. *Educational and Child Psychology*, 20, 123-140 (2003).

Kell H. J., Lubinski D., Benbow C. P., Steiger, J. H., Creativity and technical innovation: Spatial ability's unique role, *Psychol. Sci.* 24, 1831–1836 (2013).

Kozhevnikov M., Hegarty M., Mayer R. E., Revising the visualizer-verbalizer dimension: Evidence for two types of visualizers. *Cognition and instruction*, 20(1), 47-77(2002).

Kozhevnikov, M., Motes, M. A., Hegarty, M., Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive science*, 31(4), 549-579(2007).

Lubinski D., Benbow C. P. Kell H. J., Life Paths and Accomplishments of Mathematically Precocious Males and Females Four Decades Later. *Psychol. Sci.* 25,2217–2232 (2014).

Möller J., Pohlmann B., Köller O., Marsh, H. W., A meta-analytic path analysis of the internal/external frame of reference model of academic achievement and academic self-concept. *Review of Educational Research*, 79(3), 1129-1167(2009).

Motes, M. A., Malach, R., & Kozhevnikov, M. (2008). Object-processing neural efficiency differentiates object from spatial visualizers. *Neuroreport*, 19(17), 1727-1731.

Nishimura K., Aoki T., Inagawa M., Tobinaga Y., Iwaki S., Brain Activities of Visual Thinkers and Verbal Thinkers: A MEG Study, *Neuroscience Letters* 594, 155–160(2015)

Nishimura K, Aoki T, Inagawa M, Tobinaga Y, Iwaki S. Mental rotation ability and spontaneous brain activity: a magnetoencephalography study, *NeuroReport* 31, no13, 999-1005, (2020).

Rohde T.E., Thompson, L.A., Predicting academic achievement with cognitive ability. *Intelligence*, 35(1), 83-92(2007).

Shea D. L., Lubinski D., Benbow C. P., Importance of assessing spatial ability in intellectually talented young adolescents: A 20-year longitudinal study. *Journal of educational psychology*, 93(3), 604 (2001).

Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C. P., Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of educational Psychology*, 101(4), 817(2009).

ベネッセ「教育格差の発生・解消に関する調査研究報告書 第1章 学力の地域格差」(2007～2008)

独立行政法人国立少年教育振興機構「子供の頃の体験がはぐくむ力とその成果に関する調査研究」(2017)

原田勇希, & 鈴木誠. (2017). 理科 4 分野の統制感と言語性-空間性ワーキングメモリ容量の関連. *日本教育工学会論文誌*, 41(Suppl.), 025-028.

本田真美(2012)『医師のつくった「頭のよさ」テスト』(光文社新書)

附論 1 指数の計算方法

本調査では、空間認知能力、イメージ能力、言語能力の特徴を表す質問をして、それを指数化した。質問と変数、イメージ能力の得点を決める質問は 11 問あり、そのうち 5 問は以下の質問である。

Q7_1: 「誕生日を思い出してください」

Q7_2: 「自宅の郵便番号を思い出してください」。

Q7_3: 「5×5 を計算してください」

Q8_1: 「十二支を思い出してください。頭の中で、文字（漢字など）か各動物のイメージが浮かびましたか」

Q8_2: 「最近、人と交わした会話を思い出してください。会話の内容を言葉で思い出しましたか。情景で思い出しましたか」

以上の質問に対し、回答の選択肢は、Q7_1、Q7_2、Q7_3 では

A: 「数字がイメージとして浮かぶ」、B: 「数字がイメージとして浮かばない」

の 2 つである。Q8_1 と Q8_2 では、選択肢は

A: 「絵／情景などがイメージとして浮かぶ」、B: 「絵／情景などはイメージとして浮かばない」

の 2 つである。

Q7_1、Q7_2、Q7_3、Q8_1、Q8_2 のそれぞれについて、A と回答した場合にイメージ能力の得点を 1 とする。

また、次の 6 つの質問もイメージ能力の得点を計算するために用いられた。

Q11_1 「私のイメージするものは、とてもカラフルで色鮮やかである」、

Q11_2 「小説を読んでいるとき、私はたいてい描写されている情景を思い浮かべている」、

Q11_4 「私のイメージするものは、写真のようである」、

Q11_6 「私は誰かの着ているシャツの色や、彼や彼女の靴の色が何色であったかというような情報が自動的に自分の中に入る」、

Q11_7 「学校で習う平面図形において何の問題もなかった」、

Q11_8 「経験したことがあるシーンを目を閉じて簡単に描くことができる」、

これらの質問に対する回答の選択肢は(1. 全くあてはまらない、2. あまりあてはまらない、3. どちらともいえない、4. ややあてはまる、5. 非常にあてはまる) である。選ばれた選択肢の番号をイメージ能力の得点としている。

ここで、

$$Q11Image = (Q11_1 Image + Q11_2 Image + Q11_3 Image + Q11_4 Image + Q11_6 Image + Q11_7 Image + Q11_8 Image) / 7$$

と置いて、回答者のイメージ能力の指数を次のように定義する。

$$ImageIndex = Q7_1Image + Q7_2Image + Q7_3Image + Q8_1Image + Q8_2Image + Q11Image$$

言語能力の得点を決める質問は7問あり、そのうち5問は次の質問である。

Q7_1: 「誕生日を思い出してください」

Q7_2: 「自宅の郵便番号を思い出してください」。

Q7_3: 「 5×5 を計算してください」

Q8_1: 「十二支を思い出してください。頭の中で、文字（漢字など）か各動物のイメージが浮かびましたか」

Q8_2: 「最近、人と交わした会話を思い出してください。会話の内容を言葉で思い出しましたか。情景で思い出しましたか」

Q7_1、Q7_2、Q7_3、Q8_1、Q8_2のそれぞれについて、Bと回答した場合は、言語能力の得点を1とする。

また、次の2つの質問も言語能力の得点を計算するために用いられた。

Q11_9 「何かを説明するとき、絵やスケッチというよりは、言葉で説明するほうである」、

Q11_10 「教科書を読んでいるとき、私はあまり視覚化したりしようとはしない」、

これらの質問に対する回答の選択肢は(1. 全くあてはまらない、2. あまりあてはまらない、3. どちらともいえない、4. ややあてはまる、5. 非常にあてはまる)である。選ばれた選択肢の番号を言語能力の得点としている。ここで、

$$Q11Language = (Q11_9 \text{ Language} + Q11_10 \text{ Language}) / 2$$

とおくと、回答者の言語能力の指数は次の式で定義される。

$$LanguageIndex = Q7_1Language + Q7_2Language + Q7_3Language + Q8_1Language + Q8_2Language + Q11Language$$

空間認知能力については、3問の質問があり、その一つ

Q9_1 「私は3次元形状のものを簡単にイメージし、心の中で回転させることができる」という質問に対して、「はい」を選択した場合には、空間認知能力の得点1を付与する。残りの2つの質問は

Q11_3 「行きつけの店にあるものを買に行くとき、私はそのものがある正しい場所、その棚がある場所を簡単に心に描くことができる」、

Q11_11 「私は学校数学の立体の分野が得意であった」

である。これらの質問に対しては、(1. 全くあてはまらない、2. あまりあてはまらない、3. どちらともいえない、4. ややあてはまる、5. 非常にあてはまる)の選択肢から選ばれた番号の値を空間認知能力の得点としている。

以上の質問より、Q9_1、Q11_3、Q11_11で決まる空間認知能力の得点変数をQ9_1Cube、Q11_3 Cube、Q11_11 Cubeとして、 $Q11Cube = (Q11_3 \text{ Cube} + Q11_11 \text{ Cube}) / 2$ とおくと、空間認知能力の程度を示す指数を、次のように定義できる。

$$CubeIndex = 5 \cdot Q9_1Cube + Q11Cube$$

Q9_1Cubeが5倍されているのは、空間認知能力指数の最大値を10に等しくするためである。これらの指数はすべて1と10の間の値を取る。

付論2 男女別イメージ能力、空間認知能力、言語能力指数の標準化平均値比較

	性別	度数	平均値	標準偏差	標準誤差
空間認知能力	男性	10315	.137	1.014	.00999
	女性	10493	-.135	.967	.00944
イメージ能力	男性	10315	-.095	1.012	.00996
	女性	10493	.094	.979	.00956
言語能力	男性	10315	.066	1.004	.00988
	女性	10493	-.065	.992	.00969

注：イメージ能力、空間認知能力、言語能力すべてにおいて、有意水準1%において、男女間での平均値の差は統計的に有意となっている。