慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	計時と選択：強化随伴性における時間変数の機能の解明を目指して
Sub Title	
Author	石井, 拓(Ishii, Taku)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	2007
Jtitle	慶応義塾大学大学院社会学研究科紀要：社会学心理学教育学： 人間と社会の探究 (Studies in sociology, psychology and education : inquiries into humans and societies). No.64 (2007.) ,p.195- 206
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	学事報告：学位授与者氏名及び論文題目：博士
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00069 57X-00000064-0195

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

博　士（平成 18 年度）
博士（心理学）［平成 18 年 9 月 28 日］
甲　第 2658 号　石井　　拓

計時と選択：強化随伴性における時間変数の機能の解明を目指して

〔論文審査担当者〕
主　査　慶應義塾大学文学部教授・大学院社会学研究科委員
　　文学博士　坂上　貴之
副　査　慶應義塾大学文学部教授・大学院社会学研究科委員
　　文学博士　渡辺　　茂
副　査　帝京大学文学部教授
　　文学博士　佐藤　方哉
副　査　関西学院大学文学部助教授
　　心理学博士　中島　定彦

内容要旨

本研究では，動物の計時研究と選択研究の比較と統合を進めつつ，計時場面と選択場面における強化随伴性の中で時間が担っている働きを追究した。計時研究と選択研究はどちらも実験的行動分析学における大きな研究トピックのうちに数えられるものである。どちらの研究領域でも様々に工夫した強化スケジュールを用いて研究が進められてきているが，それらの研究はほぼ独立に発展し，それらの関係について調べた研究は少ない。そこで，まず序論において計時研究と選択研究の先行研究を概観し，それらの研究を統合する可能性について論じた上で，実験を行った。

計時研究の実験場面は，当座的計時場面，回顧的計時場面，展望的計時場面の 3 つに大きく分けられる。第 1 に挙げた当座的計時場面では，固定間隔 (FI) スケジュールのように時間に基づいた強化スケジュールが用いられ，一定の時間（強化潜時と呼ばれる）が経過した後に反応すると強化子（主に餌）を得られる場面で，動物がどのように反応するかが注目される。これが当座的計時場面と呼ばれるのは，現に経過している強化潜時の中で動物が自発する反応の時間的パターンが分析されるためである。この場面で見いだされた計時行動の重要な特徴は，スカラー性である。すなわち，いつ自発されたかに基づいて反応データを時間軸上に分布させると，設定された強化潜時の長さが異なっても反応分布の形状は共通であり，それらの反応分布を標準化してプロットすれば互いに重なり合う。第 2 に挙げた回顧的計時場面では，ある長さの持続時間で見本刺激が呈示された後に，その持続時間に基づいた選択反応が要求される。例えば，持続時間が 2 秒であったときには一方の選択肢を，持続時間が 8 秒であったときには他方の選択肢を選ぶと強化子を得られる。そして，そのような訓練が行われた後，様々な持続時間で刺激を呈示した後にそれらの選択反応が生起する確率を調べ，その確率を刺激持続時間の関数としてプロットすると，精神物理学的関数を描くことができる。この精神物理学的関数の分析で明らかになった重要な点は 2 つある。第 1 は，異なる刺激持続時間のペア（S と L）を用いた訓練の後に得られた精神物理学的関数を標準化してプロットすると，互いに重なり合うというスカラー性が見られる点である。第 2 は，精神物理学的関数から得られる S と L の主観的等価点が，S と L の幾何平均にあたるという点で

ある。

第3に挙げた展望的計時場面では，ある反応を行った後に強化遅延が開始される選択肢が複数存在する場合に，動物が強化遅延に基づいてどのような選択をするかが問題とされる。ただしこの手続きは選択研究において並立連鎖スケジュールと呼ばれているものと同じであり，その下での行動は計時研究よりも選択研究の文脈で調べられている。

展望的計時について取り扱ったものは少ないが，なるべく多くの計時現象を統一的に説明するべく幾つかの計時理論が提案されている。主なものとして本研究で取り上げたのは，スカラー期待理論 (SET)，行動計時理論 (BeT) と計時の学習理論 (LeT)，多重時間尺度モデル (MTS)，計時のパケット理論である。SET, BeT, LeT, MTS は，それぞれが当座的計時のスカラー性と回顧的計時における主観的等価点について説明を提供している（計時のパケット理論はスカラー性についてのみ)。しかし，いずれの理論にも利点と欠点があり，現時点でどの理論が最も優れているかについては決めることができない。

また，理論が統一されていないことの他に，計時に関する新たな問題が注目され始めていることも計時行動研究を複雑にしている。そのような問題として，本研究では計時のダイナミクスと信用割り当て問題を取り上げた。計時のダイナミクスについては古くから実験的研究が行われてきたが，理論的立場から注目されるようになったのは学習過程を取り入れた計時理論（LeT と MTS）が現れてからである。それらの研究は当座的計時場面を用いた実験セッション中に強化潜時が変化する場面を調べており，動物の計時行動はその変化を敏感に追随して変化し得ることが明らかにされている。一方，信用割り当て問題については，強化潜時の開始を信号する刺激（タイムマーカ）がどのように機能を獲得するか，またそもそもどのようにして環境の時間次元が行動に影響するようになるかが問題とされているが，実験的研究はまだわずかである。ただし，当座的計時場面で付加的なタイムマーカを呈示した実験や，タイムマーカとして働く強化子の呈示を確率的に省略する実験などによって，タイムマーカが計時行動に重要な影響を及ぼすことは示されている。

以上のように，計時行動そのものについて研究の余地がまだ大きく残されているが，環境の出来事と動物行動の全てに時間が関わっているという事情のため，計時研究とそれ以外の研究領域との関係も模索されている。本研究ではその例として，古典的条件づけ研究との関係，および採餌行動研究との関係を簡単に取り上げた。また，この後に取り上げる選択行動研究も，計時との関係が模索され始めている大きな領域の1つである。

選択研究においては，複数の強化源における強化パラメータの相対的関係によって行動が決定されるという事実に焦点が当てられ，その法則性が追究されてきた。

研究場面としては並立スケジュールと並立連鎖スケジュールが主に用いられている。並立スケジュールでは，オペラント実験箱の中に，反応キイや反応レバーなどを通常2つ配置し，それら2つに対しては別々の強化スケジュールを設定する。その上で実験者は，実験セッション中に2つのスケジュールに対してなされた全反応のうち，一方のスケジュールに対する反応の割合（相対反応率）を算出する。選択研究についての初期の研究では，2つの強化スケジュールに変動間隔 (VI) スケジュールを設定し，それらがもたらす強化率を操作して実験が行われた。そしてこの場面において，対応法則というその後の選択行動理論の基礎となる法則が見いだされた。これはある選択肢に対する相対反応率が，その選択肢がもたらす相対強化率に一致するというものである。この法則はその後，強化量や強化即時性など強化率以外のパラメータにも拡張された。さらに，2つの選択肢における強化率の比，強化量の比，強化即時

性の比を掛け合わせたものが選択肢の価値の比にあたると考えられ，選択行動はその価値に対して被験体がもつ選好を表すものだとする考え方が提案された。これにより，選択研究は選択肢の価値と行動との関係を探る研究として発展することとなった。

そのような発展の中で，並立スケジュールを拡張した並立連鎖スケジュールも提案された。並立連鎖スケジュールにおいては，並立スケジュールと同様の場面（初環と呼ばれる）において選択が行われた後すぐに強化子が呈示されるのではなく，代わりに選択肢に対応した強化スケジュール（終環と呼ばれる）が呈示され，それが満たされた後にはじめて強化子が呈示される。そのため，初環における選択行動は終環がもつ価値に対する選好を反映すると考えられている。この並立連鎖スケジュールを用いた研究では，終環での強化遅延が変動的である場合にそれがどのように平均されて価値が決定されるかや，終環だけでなく選択場面全体の時間的文脈が選択行動に影響することなどが研究され，それに伴って選択理論も拡張された。また，並立連鎖スケジュールをさらに応用した調整遅延手続きを用いた実験では，強化子の価値が強化遅延の長さによってどのように割り引かれるかという，遅延割引についての研究が行われた。その研究によって，強化価値が強化遅延によって割り引かれるときの遅延割引関数は，双曲線関数であることが見いだされている。

以上の研究は主に実験セッション全体で見られた大域的な選択行動についてのものであるが，セッション中の局所的な選択パターンについての研究も行われている。そのような選択のダイナミクスの研究では，統一的な理論はまだ提案されていないが，選択肢が変化したときの選択行動や，1回ごとの強化が選択行動に与える影響などが調べられている。

近年，計時理論を拡張することによって選択行動を説明する試みがなされている。そのような試みとしては2つのアプローチがとられており，その第1は認知的計時理論からのアプローチである。これはSETを拡張したものであり，動物が計時によって得た時間情報から選択肢における主観的所得を計算し，それを基に選択を行うと仮定している。これによって対応法則を導出したり，並立連鎖スケジュール下での選択行動に見られる現象を説明したりできる。もう1つのアプローチは計時行動のダイナミクスに関する研究から現れてきたものである。このアプローチでは，選択肢に対する反応の反応間間隔が，そこから得られる強化子の強化間間隔の長さに比例すると仮定し，それを基に価値や主観的所得などの概念を用いないで選択場面での行動現象を説明しようとしている。このような2つのアプローチのうちどちらが有望であるかは価値の概念の妥当性にかかっているが，その妥当性を検証するのは容易ではない。それは，選択行動研究において価値の概念が強固であることと，対応現象などの選択行動の大域的現象については選択理論も計時理論も同様の予測をすることによる。そこで本研究の実験では，まだ研究途上である選択行動の局所的現象に焦点をあて，それを説明する上で価値の概念に基づいた選択理論と時間弁別の法則を基礎とした計時理論のどちらが有効かを調べた。またそれと同時に，今まで単一の強化スケジュールのみを用いて調べられてきた計時行動の法則性が選択場面においても同様に見られるかどうかを調べた。本研究の実験は実験1から6まであり，実験1から4までは並立スケジュールに，実験5と6は並立連鎖スケジュールに対応する場面となっていた。これらの実験では常に被験体としてデンショバトを用い，ハト用オペラント箱を実験装置とした。

並立スケジュールに対応していた実験場面では全て，強化潜時が基本的には一定であるスケジュールを一方の選択肢に設定した。また，もう一方の選択肢ではその強化潜時中の様々な時点で強化子が利用可能になった。このような一連の実験で共通して調べてきたのは，固定された強化潜時中の選択パター

ンがどのような要因によって生み出されるかである。選択研究によれば，強化潜時中の各時点おける強化までの残り時間が強化遅延として働き，その強化遅延によって割り引かれた強化子の価値が選択パターンに反映されると考えられる。一方，計時研究によればその選択パターンは強化潜時中の時間経過が弁別刺激として働くことで生み出されると考えられる。

実験1では自己制御場面を応用した実験場面を用いた。この場面では，固定された強化潜時が最後まで経過すれば大きな強化子を得られるが（自己制御選択肢），強化潜時が経過する途中の様々な時点で呈示される衝動性選択肢を選択すると小さな強化子を得ただけで試行が終了した。

実験の結果として得られた選択パターンは，自己制御選択肢の強化潜時が経過するにしたがって衝動性選択が起こりにくくなるというものであった。この選択パターンは，自己制御選択肢がもたらす強化子の遅延割引を反映している可能性と，強化潜時を無強化期間と強化期間に区別する計時の正確さを反映している可能性があった。そこで強化潜時の長さが異なる2つの条件（10または15秒）から得られた選択パターンを比較したところ，遅延割引関数で計算される強化即時性をそろえてプロットしてもそれらのパターンは重なり合わなかった。一方，強化潜時の相対的な経過時間に対して選択パターンをプロットし，しかも衝動性選択割合を最大値と最小値に基づいて標準化すると，3羽中2羽の被験体では異なる条件から得られた選択パターンが重なり合った。これは，当座的計時場面で得られた計時のスカラー性と同様の現象である。以上の結果から，実験1で得られた選択パターンは遅延割引された強化子の価値を反映していたというよりも，強化潜時中の計時の正確さを反映していたと考えるほうが妥当であると示唆された。

実験2ではFIスケジュールとランダム間隔(RI)スケジュールを並立させた場面を用いてこれをさらに検討した。並立FI RI場面では，FI強化潜時が経過するにしたがってFIスケジュールに対する相対反応率が上昇するという選択パターンが得られる。ここでは，FI強化潜時の開始から一定の時間が経過したときに弁別刺激を変化させ，それによってこの選択パターンがどのように影響されるかを調べた。選択パターンがFIスケジュールから呈示される強化子の即時性を反映しているならば，強化潜時中の弁別刺激の変化は選択パターンを変容させないはずであった。しかし，実際に得られた選択パターンは弁別刺激の変化に大きな影響を受けており，弁別刺激が変化するまでは相対FI反応率が非常に低く，弁別刺激が変化した後にそれが急激に上昇するというパターンが得られた。このことにより，弁別刺激が変化しない場面でも選択パターンは強化潜時中の計時を反映していたと考えられる。

以上のような結果を受けて，実験3の2つの実験では強化潜時中の選択パターンを生み出すタイムマーカの機能を調べた。並立FI RI場面においては，FI強化子の呈示がタイムマーカとなり，それが一定の無強化期間の始まりに対応した弁別刺激として働くことによって選択パターンが生み出されると考えられる。そこで，実験3aでは離散試行型選択場面を，また実験3bではフリーオペラント型選択場面を用い，FI強化子の呈示を省略したときの強化省略効果を調べた。その結果，FI強化子が省略された直後では，FI強化子が呈示された直後に比べて強化潜時中の相対FI反応率が高くなることが見いだされた。つまり，FI強化子の呈示が強化潜時中の選択パターンを生み出すタイムマーカとして機能していたことが確認されたといえる。

またこの結果は，強化潜時中の選択パターンに選択肢間の選好が反映されていると考えるのは不自然であることも意味している。なぜならば，そのように考えるとFI強化子が呈示された後よりもその呈示が省略された後にFI選択肢への選好が強くなることになってしまうからである。

この実験3までで並立FI RI場面での選択パターンが強化潜時の計時を反映していることがほぼ確実となったため，実験4では計時のダイナミクスの研究で使われている手続きを用い，選択が強化潜時の変化にどの程度敏感であるかを調べた。このときは先行研究に倣ってFIスケジュールに対する反応の潜時に主に注目した。まずFI強化潜時がセッション中に1回だけ短くなるインパルス手続きを用いた場合には，実験4aでは見られなかったが，実験4cでは短いFI強化潜時の直後にFI反応潜時が短くなる現象が見られた。また，FI強化潜時がセッション途中から終了まで短くなるステップダウン手続きを用いた場合（実験4b）にも，FI反応潜時はFI強化潜時の変化をすぐに追随して短くなっていた。さらに，FI強化潜時がセッション途中で短くなり，一定数のFIサイクルが行われた後で再び長くなる矩形波手続きを用いた場合（実験4d）でも，FI反応潜時の長さはFI強化潜時の長さの変化を追随していた。これら一連の結果から，並立FI RI場面での選択も，通常の計時場面における反応と同様に強化潜時の変化に敏感であったと言える。

一方，並立連鎖スケジュールに対応していた実験場面では，逆転学習の手続きを応用して実験を行った。並立連鎖スケジュール下の行動は選択研究において価値の概念を用いて説明されてきた。一方で，計時研究においては同じ場面が展望的計時場面と呼ばれている。基本的な手続きとしては離散試行型並立連鎖スケジュールを用いた。試行開始時に2つの反応キイを白色に点灯し，どちらかの初環キイに対して反応が1回自発されると終環が始まり，ある強化潜時が経過した後に強化子を呈示した。ただし左右のキイのうち一方の終環には短い強化潜時（1秒），他方の終環には長い強化潜時（9秒）を設定した。この手続きで訓練するとハトは短い強化潜時と結びついたキイ（例えば左キイ）を排他的に選択するはずである。その後，左右のキイに対する強化潜時の割り当てを逆転する。この手続きの下で訓練を続ければ，ハトはまた短い強化潜時と結びついたキイ（今度は右キイ）を排他的に選択するようになるはずであり，そうなったらまたキイと強化潜時の組み合わせを逆転する。これを繰り返せば，ハトは一方のキイを選択して長い強化潜時で強化子を獲得した次の試行には他方のキイに選択を切り替えるようになるはずである。つまり，直前に経験した終環の強化潜時の長さが次の反応の弁別刺激となる。

このように並立連鎖スケジュールに逆転学習の手続きを応用した先行研究は全く見られなかったため，実験5aではまず上記で想定したような学習が実際に起こるかどうかを調べた。その結果，ハトは実際に短い強化潜時で強化子を獲得した後には前と同じ選択肢を選び，長い強化潜時で強化子を獲得した後には以前と逆の選択肢に切り替えるというwin-stay/lose-shiftパフォーマンスを学習することが示された。これは直前に経験した強化潜時の長さを弁別することが学習されたことによると考えられる。ただし，ある選択肢が長い強化潜時で強化子を呈示するとその選択肢の価値が他方よりも低くなると考えると，この結果は従来の選択理論によっても説明できる。

そこで実験5bでは，実験5aとは逆に，短い強化潜時で強化子を獲得した後には選択を切り替え，長い強化潜時で強化子を獲得した後には同じ選択肢を選び続けるというwin-shift/lose-stayパフォーマンスが学習されるかどうかを調べた。終環強化潜時の長さが弁別刺激として働くという計時理論に基づいた考え方はそのようなパフォーマンスを説明できるが，選択肢と結びついた価値が選択を決めるとする選択理論では説明できない。実験の結果，実験5aのwin-stay/lose-shiftパフォーマンスほど確実ではないが，ある程度の正確さでwin-shift/lose-stayパフォーマンスも学習されることが示された。

以上のような結果を受けて，実験6ではwin-stay/lose-shiftパフォーマンスが終環強化潜時の長さのどのような関数になっているかを精神物理学的研究で検討した。ハトが直前に経験した強化潜時の長

さを弁別刺激として次の試行での選択を行うとすると，それは計時研究における回顧的計時場面と同じものだと見なすことができるかもしれない。しかし win-stay/lose-shift パフォーマンスが獲得された後で，短い強化潜時 (S) と長い強化潜時 (L) の間の様々な長さの強化潜時をテスト場面で呈示して lose-shift 反応が起こる確率を調べたところ，その結果から得られた精神物理学的関数は回顧的計時場面で典型的に得られるものとは異なっており，主観的等価点もＳとＬの幾何平均になっていなかった。つまり，並立連鎖スケジュールを用いた展望的計時場面は回顧的計時場面とは異なる独自の場面として取り扱わなければならないと言える。

以上の実験結果をまとめると次のようになる。実験１と２では，並立場面における強化潜時の経過中に観察される選択パターンの変化を，強化の遅延割引効果を示すものとしてではなく，一種の計時パターンとして見なせることが示された。実験３では選択場面における強化子の呈示がタイムマーカとして機能することが確認された。実験４では選択場面における行動が個々の強化潜時の長さに敏感であることが示された。実験５では，並立連鎖場面における初環の行動を，終環の価値の測度としてではなく，既に経験した終環についての弁別行動として見なせることが示された。
実験６では，その弁別行動は回顧的計時場面におけるものとは異なることが示された。

このような一連の結果により，選択場面における局所的な行動については，価値の概念を当てはめて説明するよりも計時理論からの説明を当てはめたほうが良いと言える。このことにより，計時研究と選択研究を統合するための今後の展望として，選択場面における局所的な行動からどのようにして対応現象などの大域的な現象が現れてくるかを実験的に明らかにすることが考えられる。ただし，本研究の実験結果を詳しく見ると，上記以外の重要な結果も得られており，そのような結果は単に局所的行動現象を合成するだけでは大域的法則性を再現できない可能性を示唆していた。例えば，実験３において FI スケジュールから呈示される強化子を確率的に省略したとき，上記のような強化省略効果が得られていたことの他に，強化省略が行われたセッションにおける大域的な相対反応率は，強化省略が行われなかったベースラインセッションに比べて低くなっていた。また，実験４でステップダウン手続きや矩形波手続きを用いた場合，FI スケジュールの強化子が短くなった後だけではなく，それ以前から FI 反応潜時が短くなっていた。これらの結果は，強化が局所的な行動に影響すると同時に，もっと広い時間幅にわたった大域的な効果ももつという２重の機能を発揮することを意味する。そこで，これからは強化の２重機能がどのように相互作用して行動を決定するかを調べていくことが課題となるが，本研究の一連の実験で用いた手続きをさらに改良することでそのような研究を行うことが可能だと考えられる。

論文審査要旨

石井拓君の学位請求論文「計時と選択：強化随伴性における時間変数の機能の解明を目指して」について，主査および副査計４名は，2006 年７月 15 日 15 時より慶應義塾大学三田校舎にて公開の形をとった審査会を開いた。以下はその報告である。本論文の構成は次のようになっている。

1. はじめに
2. 計時行動研究
3. 当座的計時
    3. 1. 固定間隔スケジュール

3. 2. 当座的計時のスカラー性に関する理論的説明
3. 3. その他の当座的計時場面
4. 回顧的計時
4. 1. 動物の主観的時間尺度は対数的か線形か？
4. 2. その他の回顧的計時場面
5. 計時行動研究の展開
5. 1. 計時のダイナミクス
5. 2. 信用割り当て問題とタイムマーカ
5. 3. その他の展開
6. 計時行動研究についてのまとめ
7. 選択行動研究
7. 1. 並立スケジュールと対応法則
7. 2. 対応法則の説明理論
7. 3. 効果の法則の相対論
7. 4. 並立連鎖スケジュール
7. 5. “価値”の理論と遅延割引
7. 6. 選択のダイナミクス
8. 選択と計時の関係
8. 1. 認知的計時理論による選択行動の取り扱い
8. 2. Staddon & Cerruti の理論
8. 3. 並立 FI RI 場面を用いた Jozefowiez らの研究
9. 計時研究と選択研究の統合へ向けて
10. 実験
11. 並立スケジュール（当座的計時手続き）を用いた検討
11. 1. 実験 1：並立場面での自己制御選択を制御する時間的変数
11. 2. 実験 2：離散試行型並立 FI RI による FI 弁別刺激の分割効果
11. 3. 実験 3：並立 FI RI における強化省略効果
11. 4. 実験 3a：離散試行型並立 FI RI を用いた実験
11. 5. 実験 3b：フリーオペラント型並立 FI RI を用いた実験
11. 6. 実験 4：フリーオペラント型並立 FI RI による計時のダイナミクス
11. 7. 実験 4a：15 秒インパルス
11. 8. 実験 4b：ステップダウン
11. 9. 実験 4c：0 秒インパルス
11. 10. 実験 4d：矩形波
11. 11. 並立スケジュールを用いた実験のまとめ
12. 並立連鎖スケジュール（展望的計時手続き）を用いた検討
12. 1. 実験 5a：並立連鎖スケジュールの下での連続逆転学習 ― win-stay/lose-shift 手続き

12. 2. 実験 5b：並立連鎖スケジュールの下での連続逆転学習 —
win-shift/lose-stay 手続き
12. 3. 実験 6：プローブ試行を用いた展望的計時場面における精神物理学的測定
13. 総合考察
13. 1. 計時研究からみた選択行動
13. 2. 選択研究からみた計時行動
13. 3. 強化子がもつ機能について

本論文では，計時行動と選択行動とが同時に問題となるような実験場面での，特に微視的なレベルでの二者の関係が取り扱われている。微視的なレベルとは，セッション全体，もしくはセッションを越えての行動的現象のレベルではなく，長くてもセッション内，多くは 1 試行や強化子の提示から次の提示までに起こる行動的現象のレベルを取り扱っている。計時行動とは時間弁別刺激がもたらす刺激性制御（この制御によってもたらされる効果を単に弁別と呼ぶ）に基づく行動，選択行動とは強化子によって制御される強化随伴性（この随伴性によってもたらされる強化子の直接的効果をここでは価値と呼ぶ）に基づく行動であって，両者は一見すると何の共通点もないように見える。しかし，例えば次のような実験を考えてみよう。そのまま時間が経過すれば 10 秒後に 6 秒の餌がもらえるとしよう。この時間経過中のある時点 t で提示されるチャンス刺激に反応すれば即座に 2 秒の餌がもらえるとする（これを衝動性選択という）。t が 10 秒に近づくにつれてチャンス刺激に反応する意味はなくなるだろう。なぜなら少し待つだけで 6 秒の餌を手に入れられるからである。このような実験では，動物個体は試行開始から計時を始め，チャンス刺激の出現時点で残り時間を計算し，そのまま反応しないで待つのか，反応してすぐに餌を手に入れるのかを，その時点での強化子についての主観的な価値に基づいて選択していると見ることができる。つまりチャンス刺激への反応はそれまでの時間経過の弁別（計時行動）とその後にもたらされる強化子の価値（選択行動）の 2 つによって影響を受けていると考えられる。

計時行動については，現時点の行動に対して影響を与える経過時間の効果が，その行動に先行して発生しているのか，現時点を含んだその前後に発生しているものか，これから後続して発生するのかによって，形式的に回顧的，当座的，展望的の 3 種の計時についての研究領域に分かれる。上述の例は当座的計時行動の代表例の 1 つであり，チャンス刺激への行動は先行して経過した時間と後続して起こる変化までの時間の両方が関与している。石井君の論文では，計時行動と選択行動の対応関係を見るのに，当座的，回顧的計時の 2 つの領域に焦点を絞った。なぜかといえば，展望的計時行動の研究は，基本的にはほぼ選択行動の研究に包摂され，手続き上も理論上も両者の違いを検討することが難しいからである。一方，同様にちょうど逆のことが回顧的計時に関してもいえ，一般にこの領域の選択行動はほとんど計時行動における弁別制御の結果としてしか取り扱われない。しかし石井君は繰り返して実施される連続逆転学習を変形した手続きを利用することで，関連する刺激の弁別効果と強化効果の 2 つを分離することを可能にし，計時行動と選択行動の両方を検討することができる道を拓いた。（しかし，このようにして実施された連続して繰り返される選択行動は，いわば選択に先行する 1 つ前の試行の時間的手がかり（回顧的計時）のほかに，これから経験する強化遅延（展望的計時）にも影響を受けているので，石井君の指摘のように，このように区別することは単に形式的分類と考えるのがふさわしい。）

さて上述の分類に従えば，本研究のうち実験 1 から 4 までは当座的計時に関わる研究，実験 5 と 6 は

回顧的計時に関わる研究である。いずれの研究においても，弁別と価値の対応関係を明確にするために，計時行動と捉えた場合の結果と選択行動と捉えた場合の結果とが，これまでの２つの領域での研究結果に照らして別々の予測となるような手続きを考案した点に，大きな特徴がある。すべての研究で，標準的なオペラント箱においてデンショバトを用いた実験がなされた。

実験１は前述したチャンス刺激を利用して，衝動性選択割合を経過時間の関数としてみた実験である。これまでの研究から選択行動は強く遅延時間に影響され，その関数は経過時間の開始では急速に価値が減少し，次第に減少率が減っていく双曲線関数に近いものとなることが予想されている。一方，計時行動の研究からは経過時間を変えても相対的に時間を表現しなおすとデータが一致するというスカラー性が見出されている。結果は衝動性選択割合の減少関数はほぼ一定の減少率による直線的減少を示し，異なる経過時間（15 秒）の結果と合わせて分析したところスカラー性が見出された。

実験２では２つの選択肢がはじめから出され，一方には固定した 30 秒後の反応に６秒の餌が，もう一方には値が変動するが平均して 30 秒後の反応に６秒の餌が与えられる。このようなタイプの並立型の選択手続きでは，実験１と同様に，時間経過に従い変動側への反応切り替えが有利にならなくなるので，動物は次第に固定側への選択割合を増加させる。このような手続きで訓練した後に，固定側の 30 秒間の途中のさまざまな時点で弁別刺激を変化させた。もしも選択の切り替えが強化子の価値だけによって制御されているのならば，弁別刺激の変化は効果を持たないはずである。結果から，弁別刺激は切り替えに効果を持ち，変化時点に応じて異なる増加率で固定側の選択割合を増加させた。このことから，実験２でも，選択において時間弁別が強い効果を持っていることが示唆された。

実験３では強化省略効果が，弁別と価値とを区別する手段として用いられた。実験２と同じ固定－変動間の並立型選択場面で，固定側での強化を一部省略することによって，固定側への選択割合がどう変わるのかを調べた。（この実験で用いられた並立型選択場面とは異なる）固定側のみによって構成された単一場面での強化省略効果では，餌が省略された直後の試行で反応率が増加すると報告されている。餌の提示が時間弁別の基準点（タイムマーカ）となると考える計時行動の文脈からは，餌が省略されたことでこのタイムマーカがなくなり，そのまま高い反応率に至ったと説明されている。離散試行場面とフリーオペラント場面の２つの実験場面で得られた結果は，ともに固定側の強化が省略されると，固定側の選択割合が増加するというものであった。すなわち，選択場面でもタイムマーカの存在が予想され，時間弁別が選択行動に影響を与えている可能性を示した。

実験４は実験２や３と同じ並立型選択場面で，一時的に強化間間隔を短くする３種類の変化（途中からそれ以降を短くするステップダウン型，一度だけ短くするインパルス型，一定試行数だけ短くする矩形波型）を与えた。その結果，ステップダウン型とインパルス型ではすぐに変化に対応した反応潜時への効果が表れ，矩形波型では直後だけでなくより広範囲の部分への波及効果が表れた。このことから選択場面においても，計時行動研究で見出されたのと同様な効果を見ることができた。

実験５では直前の強化遅延の長さを弁別刺激として，選択行動が形成されるかを見た。Win-stay/Lose-shift 手続きでは，例えば左選択肢に短い遅延後の餌と右選択肢に長い遅延後の餌が割り当てられ，何度も繰り返すことで左を選択するようになったら，次に左には長い遅延，右には短い遅延を配して選択結果を逆転する。当然個体はやがて選択を右に切り替えるであろう。この切り替えにかかるまでの試行数は，学習の進行によって次第に短くなっていくに違いない。この切り替えは価値の低い結果が得られたら選択を切り替える（価値による効果）ということでなされるとも解釈できるし，直前の試行

の強化遅延の長さを時間弁別の手がかりにして行われるとも解釈できる。一方 Win-shift/Lose-stay 手続きでは，例えば左選択肢に短い遅延，右選択肢に長い遅延を配し，次の試行では左に長い遅延，右に短い遅延をというように，毎回逆転する。そして個体が毎回選択を切り替えることを学習したところで，今度はある試行で 1 度逆転を止めて同じ側に前の試行と同じ長さの遅延を配する。つまり毎回切り替えていた選択をある時点で一旦同じ側を選択する行動に変えることで最適な選択をすることができる。この場合，Win-stay/Lose-shift 手続きでのように，個体は強化子の価値に基づいてより短い遅延を選択することはできず，前の試行で提示された強化遅延に基づいた選択をするか，もしくは強化子の価値に逆らってそれと逆の方を選択することが必要となり，いずれにせよその選択に強化子の直接的な効果を利用することはできないことになる。実験結果は Win-stay/Lose-shift 手続きだけでなく Win-shift/Lose-stay 手続きでも最適な選択行動の獲得ができることを示しており，先行する試行での時間弁別刺激の効果，もしくは強化子の直接的な効果としての価値以外の効果の利用が示唆された。

最後の実験 6 では，上述の Win-stay/Lose-shift 手続きで逆転学習を成立させた後，中間的な長さの強化遅延を提示することで，これによって次の試行で逆転反応が起こる割合を調べた。先に述べたように，ここで用いられた手続きは回顧的計時に当たるが，これまでこの計時場面で得られてきたいくつかの性質は結果において観察されなかった。その理由として手続き上の相違点等の問題が考察された。

こうして 6 つの実験を通じて，選択場面において遂行されている行動は，単にこれから起こる強化子によってのみ制御されているのではなく，これまで計時行動として研究されてきた，時間弁別刺激による刺激性制御も受けていることが明確となった。それは動物個体の計時行動に対して感受性の高い，（選択場面での）実験手続きと従属変数の両方を編み出すことによって初めて観測可能なものとなったと言え，さらに，このような実験的事実を得ることによって次のステップである計時行動と選択行動の統合的理解への確実な足がかりを得たといえる。

石井君によって厳選された実験は，ここまで述べてきたように，2 つの領域で得られた知見に基づいて注意深く準備され，論理的にできうる限りそれぞれの効果を分離するよう工夫されている。また伝統的な行動分析学の単一被験体法に基づく方法論にのっとり，長期間のセッション数よりなる確実な手法で結果を得ている。こうした実験遂行上の努力にも増して，序論における 2 つの領域での諸研究のレビューも圧巻であり，これだけでもって 1 つの総説に足るものとなっている。これらの点に関し，審査員一同は彼の並々ならぬ努力と力量を，深く理解するものである。

しかしその一方で，計時行動と選択行動の統合的理解という大きなテーマを据えたゆえの問題点もある。つまり，どれほど単純な実験手続きであっても，そのすべてを網羅しきることがほとんど不可能なほどに，刺激性制御の問題と強化随伴性の問題は複雑に絡み合っており，概念的にも実験的にも両者の分離が容易ではない点に，それは由来する。これまで多くの研究者が同様なテーマへの挑戦を試みてきたが，結局のところ，どちらかのサイドからもう一方のサイドを再解釈するという試みに終わってきた。今回の場合も，選択行動への計時行動の側からの理解への道筋は付けたとはいえ，統合的理解にはまだ気の遠くなるような時間が必要であることが論文からも窺い知ることができる。願わくばその道筋を少しでも照らしてくれそうな，新しい概念の提示が論文中に示されれば，このような大きなテーマを掲げる意味が活かせたのではないかと考えられる。

ただ，こうした新しい概念は提示されなかったものの，オリジナルで，工夫の行き届いたいくつかの手続きを具体的に提案できたことの方が，今後展開していくべき研究方略から考えると，むしろ意義の

ある仕事と受けとめることもできる。なぜならこうした手続きに対して生み出される挑戦やその新しい継承こそが，計時と選択，弁別と価値といった，ともすれば抽象的議論に陥りやすいテーマを，具体的で実りある研究テーマへと育てていくからである。

審査会ではそのほかに以下のような問題点が指摘され，それらへの回答があった。

(1) 1つ1つの実験は完結しているのだが，統合的理解を求めているわりには，それらが有機的に繋がっていない印象がある。(回答) これについては，微視的レベルでの行動が時間刺激の刺激性制御で理解可能であることについては十分説明ができたが，2つの研究領域の統合にまでは至らなかったためにそのような印象を与えたと思われる。

(2) 実験1で切り替えの割合を示す関数が時間割引曲線で得られる双曲線関数と異なっていたが，単に反応機会を反映したものにすぎないと考えられる。(回答) 衝動性選択肢に対する反応潜時を調べたところ，反応の大半は2秒以内に生起しており，反応機会のみでは結果を説明できなかった。しかし，衝動性選択肢の呈示時点にかかわらず反応機会を一定（例えば2秒間）に制限してしまう手続きを用いたほうが，より統制された実験になった可能性がある。

(3) 古典的条件づけにおける，延滞制止の問題，瞬膜条件づけの結果，生理的研究とのリンクなどについての言及がない。(回答) 今回は選択研究と計時研究との関係に焦点を絞ったため，選択研究との関係が薄い古典的条件づけ研究や計時の生理学的基礎を探る研究などには言及しなかった。また，オペラント条件づけ場面における計時行動と，古典的条件づけ場面における時間的制御の関係や，計時行動とその基礎となる生理学的側面の関係についての研究は，未解決の問題が多くまだ整理されていないので取り上げにくかった。

(4) ヒトの時間研究との連結が示されていない。(回答) 序論の冒頭で述べたとおり，ヒトによる時間評価には言語的なカウンティングが影響を及ぼす可能性があるので，ヒト以外の動物の計時行動と同様に取り扱えるかどうかは定かではないため今回は取り上げなかった。ただし，ヒトとデンショバトの比較研究は取り上げてもよいテーマであったと考える。

(7) 明らかに差がはっきりとしているものはともかく，そうでないものについては統計的検定が必要なのではないか。(回答) 特に差がはっきりとしなかったのは実験4cのインパルス型での結果であるが，これを論文に含めなくても全体的な結論は変わらないので誤解を避けるためには省いてもよかったかもしれない。

(8) 価値の問題を提起していながら，価値について考えられてきた仮説が現在でも保持されているのかどうかには議論がない。価値については変化抵抗や弾力性の考え方も含めもっと整理が必要であり，その上で選択との関連を吟味することが重要である。(回答) 価値についての考え方を現在でも明確に保持しているのは，Mazur の Hyperbolic Value Addition モデルである。また論文の中では，価値の概念に基づいた予測と，時間表象の概念に基づいた予測を比較した Grace の最近の研究を紹介した。それ以外の先行研究については，価値の問題についてどのような立場を取るかを明確にしていない場合が多い。ただし，選択が価値を反映するという仮説は現在まで明確に反証されてはおらず，その仮説を自明のものとしている研究者も少なくないようである。しかし，本研究の結果は選択場面における相対反応率に限ったときですら「価値」の概念を当てはめるのが適切でない場合があることを示している。そのため，選択，変化抵抗，弾力性などを「価値」の概念の下で一括して取り扱うのは難しいだろう。一方，価値という概念の問題とは別に，選択行動の指標と，変化抵抗や消費量などの他の指標との間にどのような

関係があるかという問題が興味深いものであることには同意する。

このように，本論文が掲げるテーマの大きさゆえに生じていると考えられる，構成も含めたいくつかの問題と，実験手続きと処理に関わる若干の問題とが議論の対象となったが，これらはいずれも本論文が明らかにした計時行動と選択行動の統合的理解のための基礎的知見の集積と展望に対し少しも障碍となるものではなく，むしろ今後検討していかなければならない新しい研究テーマを議論を通して生み出すよい機会となっていた。以上の点を鑑み，審査員一同は本論文が博士（心理学）学位を授与するに値するものと判断する。

博　士（教育学）［平成19年2月21日］

甲　第2702号　高　婷

近代中国における学校音楽教育論の成立史研究
—清末民初における留日知識人の音楽教育思想の分析を介して—

〔論文審査担当者〕

主　査　慶應義塾大学文学部教授・大学院社会学研究科委員
教育学修士　舟山　俊明

副　査　中央大学文学部・大学院文学研究科助教授
学術博士　榎本　泰子

副　査　中華人民共和国中央音楽学院教授
博士生導師（博士指導教授）　張　　前

副　査　慶應義塾大学文学部教授・大学院社会学研究科委員
文学修士　山本　正身

内容要旨

本学位請求論文は，音楽が近代中国の学校教育に組み込まれていく過程のなかで，どのように位置付けられ，どのようなことが着目されてきたか，という問題の解明を目指し，従来ほとんど研究されてこなかった清末民初における学校音楽教育をめぐる当時の知識人の言説の歴史的展開過程を，20世紀初頭の日本留学の高揚期から，民国初期の学校制度が樹立されるまでの時期を中心に，考察した論考である。

本論文は，以下のような構成によって展開されている。

序章では，先行研究の動向と問題を踏まえ，本論文の研究視角と目的，方法を説明している。これまでに，清末から民国初期における中国の学校音楽教育について，断片的に言及する研究はあるものの，学校音楽教育論の構築という視点から，当時の音楽教育をめぐる言説を体系的に解き明かした学術研究は殆ど皆無といってよい。しかしながら実際この時期では，留日学生を中心とする知識人が学校音楽教育をめぐって多様な言説を発する一方，数多くの唱歌集が作成されており，このような状況において，近代中国における学校音楽教育が開始された。すなわち，清末における学校教育への音楽の導入は，当時の知識人の主体的，自発的な働きかけを通じて行われたのである。したがって，本論文では，この時期に学校音楽の普及を主体的に推し進めた教育者たちの言説を取り上げ，彼らが音楽を学校教育に取り