

Concurrent processing demands and the experience of time-in-passing

Hicks, R. E., Miller, W., & Bierman, K. (1977). *American Journal of Psychology*, 90, 431-446

Intoroduction

- Hiks, Miller, & Kinsbourne(1976)の時間の判断に関する研究
 - 被験者が、事前に時間の判断を行うことを知っている場合、2つの結論が導かれる
 - ① 刺激の処理を行わない場合
 - 刺激の数、複雑性が増すごとに時間は長く見積もられる
 - ② 刺激の処理を行う場合
 - 刺激の数、複雑性が増すごとに時間は短く見積もられる
 - ①の結論は、パラメータ研究で支持されている
 - ②の結論は、様々な活動に関する研究が基となっている
- ②の結論に関する先行研究
 - Yerke & Urban(1906)
 - ・ 同じ時間、リスニング、リーディング、書き写しを行った
 - リスニング、リーディングの方が時間は長く見積もられた
 - Swift & McGeoch(1925)
 - ・ 同じ時間、テキストの書き写しと同じテキストのリスニングを行った
 - リスニングの方が時間は長く見積もられた
 - Axel(1924)
 - ・ 課題なし、タッピング、記号の削除、類似点の発見、図形の完成
 - ・ 15～30秒の間隔で課題を行わせた
 - 誤差
 - 課題なし：+1.8秒
 - タッピング：+2.4秒
 - 記号の削除：-5.7秒
 - 類似点の発見：-7.6秒
 - 図形の完成：-9.2秒
 - Gulliksen(1927)
 - ・ 課題なし、腕を伸ばし続ける、皮膚を押し続ける、メトロノームを聞く、リーディング、書き写し、割り算
 - ・ 200秒の間隔で課題を行わせた
 - 誤差
 - 課題なし：+41.7秒
 - 腕を伸ばし続ける：+28.4秒

皮膚を押し続ける：+10.2 秒
 メトロノームを聞く：+18.9 秒
 リーディング：-18.2 秒
 書き写し：-25.4 秒
 割り算：-31.1 秒

- 今回の研究
 - 様々な処理コストの課題を用いる
 - 被験者は、事前に時間の判断を行うことを知っている
 - 秒数を数えることは禁止され、主観的体験を時間に変換させた

Experiment 1

- トランプをソートする課題を使用
 - Murdock(1965)
 - ・ 0bit：トランプを1つの山に積み上げる
 - ・ 1bit：2色の色(黒と赤)に従い、2つにソート
 - ・ 2bit：4つのスーツ(スペード、クローバー、ハート、ダイヤ)に従い、4つにソート
 - ・ それぞれの課題中に聴覚的な単語刺激が与えられる
 - ソートの山が増えるほど、単語の再生量が減少した
 - ⇒ ソートの山が増えるほど、処理コストが高い
- 方法
 - 被験者：32名(男性：16名，女性：16名)
 - 手順
 - ・ 被験者は、「スタート」から「ストップ」までの間に課題を行い、その時間を見積もるよう事前に告げられる
 - ・ 課題
 - 課題なし，0bit，1bit，2bit
 - ・ 課題のインターバル
 - 8秒，13秒，22秒
 - ・ 被験者は、12試行課題を行う
 - ・ 課題を行う順序は、ラテン方格法に従う
 - ・ インターバルの順序は、課題ごとにランダムな順
 - 要因計画
 - ・ 4(課題：なし，0bit，1bit，2bit)×3(インターバル：8秒，13秒，22秒)の被験者内要因計画
- 結果
 - カードソート枚数

- 平均ソート枚数
 - 0bit : 35.51 枚
 - 1bit : 28.69 枚
 - 2bit : 19.03 枚
- 0~2bit の課題間に有意差あり ($F(2, 48)=172.17, p<.01$)
- 0~2bit の課題に線形傾向あり ($F(1, 24)=523.40, p<.01$)
 - 0~2bit の課題では、課題の複雑性が増せば、ソート枚数は減少
- 時間判断
 - 課題ごとでみた平均見積もり時間
 - 課題なし : 20.91 秒
 - 0bit : 19.54 秒
 - 1bit : 16.49 秒
 - 2bit : 16.39 秒
 - 4つの課題間に有意差あり ($F(3, 72)=4.75, p<.01$)
 - 課題なしと 0~2bit の課題の比較
 - 課題なしの方が時間は長く見積もられた ($F(1, 24)=7.90, p<.01$)
 - 0~2bit の課題に線形傾向あり ($F(1, 24)=7.86, p<.01$)
 - 0~2bit の課題では、課題の複雑性が増せば、時間は短く見積もられた
 - インターバルごとでみた平均見積もり時間
 - 8 秒 : 10.39 秒
 - 13 秒 : 16.93 秒
 - 22 秒 : 27.66 秒
 - インターバル間に有意差あり ($F(2, 48)=175.84, p<.01$)
 - インターバルに線形傾向あり ($F(1, 24)=585.81, p<.01$)
 - インターバルが増せば、時間は長く見積もられた
 - 図 1 は、課題、インターバルごとの見積もり時間を示したものである
 - 課題なしでのインターバルの線形と 0~2bit の課題でのインターバルの線形に有意差あり ($F(1, 24)=8.33, p<.01$)
 - 課題なしでは、0~2bit の課題よりも、インターバルの増加に伴う見積もり時間の増加が大きい
 - 各インターバルでの課題の線形に有意差あり ($F(1, 24)=6.79, p<.025$)
 - 課題の複雑性が低いほど、インターバルの増加に伴い、見積もり時間の増加が大きい
- 考察
 - 処理コストが増えるほど、見積もり時間は減少した
 - この結果は、Hicks(1976)の結果と一致

- ・ 同様の課題を 45 秒のインターバル，被験者間要因計画で行った
- Hicks(1976)は，課題なしとの比較は行っていない
 - ・ Hicks(1976)の結果を強固なものにする

Experiment 2

- 言語リハーサルを課題に使用
 - 言語リハーサルを行う文字列の複雑性に従って，処理コストは増加する(Hicks, Provenzano, & Rybstein, 1975; Stanners, Meunier, & Headly, 1969)
- 方法
 - 被験者：30名(男性：15名，女性：15名)
 - 材料
 - ・ 8文字の文字列を使用(Miller, Bruner, & Postman, 1954)
 - 冗長度が 0%，15%，29%，43%の文字列
 - ・ ドラム記憶装置を使用
 - 手順
 - ・ 画面にアスタリスクが表示 → 時間判断のみを行う
 - ・ 文字列が表示 → 時間判断と文字列の記憶
 - ・ アスタリスク，文字列は 4 秒ずつ表示される
 - ・ 被験者は，ブランク画面から「ストップ」までの時間を見積もるよう事前に告げられる
 - ・ 画面の文字列が消えてから「ストップ」まで言語リハーサルを行う
 - ・ インターバル後に，時間の見積もりと記述形式で文字列の再生テストを行う
 - ・ 課題
 - 課題なし，冗長度が 0%，15%，29%，43%の文字列
 - ・ 課題のインターバル
 - 8 秒，16 秒，32 秒
 - ・ 被験者は 15 試行課題を行う
 - ・ 課題，インターバルの順序はランダム
 - 要因計画
 - ・ 3(インターバル：8 秒，16 秒，32 秒)×5(課題：課題なし，冗長度が 0%，15%，29%，43%の文字列)の被験者内要因計画
- 結果
 - エラー数
 - ・ 平均エラー数
 - 0%：2.4 個
 - 15%：1.4 個

29% : 0.6 個

43% : 0.3 個

- ・ 冗長度が異なる 4 つの課題間に有意差あり ($F(3, 28)=4.32, p<.01$)
- ・ 冗長度が異なる 4 つの課題に線形傾向あり ($F(1, 28)=9.67, p<.01$)
 - 冗長度が増えるほど、エラー数は減少した

➤ 時間判断

- ・ インターバルごとでみた平均見積もり時間

8 秒 : 8.61 秒

16 秒 : 15.99 秒

32 秒 : 28.79 秒

- ・ インターバル間に有意差あり ($F(2, 56)=322.84, p<.01$)
- ・ インターバルに線形傾向あり ($F(1, 28)=356.49, p<.01$)
 - インターバルが増せば、時間は長く見積もられた
- ・ 課題ごとでみた平均見積もり時間

課題なし : 19.17 秒

0% : 18.26 秒

15% : 17.98 秒

29% : 17.06 秒

43% : 16.52 秒

- ・ 5 つの課題間の差に有意傾向 ($F(4, 112)=2.24, p<.10$)
- ・ 課題なしと、冗長度が異なる 4 つの課題に有意差なし ($F(1, 28)=2.91$)
- ・ 冗長度が異なる 4 つの課題に線形傾向なし ($F(1, 28)=3.39$)
- ・ 5 つの課題に線形傾向あり ($F(2, 56)=3.15, p=.05$)
 - 課題の複雑性が増せば、見積もり時間は減少した
- ・ インターバルと課題の交互作用あり ($F(8, 224)=3.00, p<.01$)
- ・ 図 2 は、課題、インターバルごとの見積もり時間を示したものである
- ・ 課題なしでのインターバルの線形と冗長度が異なる 4 つの課題でのインターバルの線形に有意差あり ($F(1, 28)=7.93, p<.01$)
 - 課題なしでは、冗長度が異なる 4 つの課題よりも、インターバルの増加に伴う見積もり時間の増加が大きい
- ・ 各インターバルでの冗長度が異なる 4 つの課題の線形に有意差あり ($F(1, 28)=4.22, p<.05$)
 - 冗長度が増すほど、インターバルの増加に伴い、見積もり時間の増加が大きい

● 考察

- 冗長度が減少すれば(処理コストが増えれば)、見積もり時間は減少した
- 時間判断は、処理容量を必要とする(Hicks, 1975)という仮説と一致

- この結果は、Hicks & Brundige(1974)の結果と一致
 - ・ 課題なしよりも、記憶テストを行った方が時間を短く見積もる
 - ・ この効果は、課題時間が長いほど顕著である

Experiment 3

- タッピングを行い、時間判断を行う
 - 動作の時間判断について検討
 - タップの量が増えるほど、見積もられる時間は短くなると予測される(Fitts, 1954)
- 方法
 - 被験者：32名(男性：16名，女性：16名)
 - 手順
 - ・ 被験者には、20cm×6cmの鉄板が手渡される
 - ・ 1分間に48回，96回，144回鳴るメトロノームを設置
 - ・ 被験者は、メトロノームに合わせて鉄板をタップする
 - ・ 課題
 - 1分間：タッピングなし，48回，96回，144回
 - ・ 課題のインターバル
 - 12秒，19秒，32秒，54秒
 - ・ 被験者は16試行課題を行う
 - ・ 課題を行う順序は、ラテン方格法に従う
 - ・ インターバルの順序は、課題ごとにランダムな順
 - 要因計画
 - ・ 4(タッピング：なし，48回，96回，144回)×4(インターバル：12秒，19秒，32秒，54秒)の被験者内要因計画
- 結果
 - タッピング回数
 - ・ 平均タッピング数
 - 48回：23.23回
 - 96回：43.89回
 - 144回：66.46回
 - ・ タッピングが異なる3つの課題間に有意差あり($F(2, 48)=14,825.19, p<.01$)
 - ・ タッピングが異なる3つの課題に線形傾向あり($F(1, 24)=37,468.95, p<.01$)
 - 予測された回数とほぼ一致
 - 48回：23.4回
 - 96回：46.8回
 - 144回：70.2回

- 時間判断
 - ・ インターバルごとでみた平均見積もり時間
 - 12 秒：12.04 秒
 - 19 秒：18.12 秒
 - 32 秒：29.66 秒
 - 54 秒：52.32 秒
 - ・ インターバル間に有意差あり ($F(3, 72)=298.66, p<.01$)
 - ・ インターバルに線形傾向あり ($F(1, 24)=1,231.22, p<.01$)
 - インターバルが増せば、時間は長く見積もられた
 - ・ 図 3 は、タッピング回数ごとの見積もり時間を示したものである
 - ・ 平均インターバル時間 29.25 秒
 - ・ 4 つの課題間に有意差あり ($F(3, 72)=4.83, p<.01$)
 - ・ 4 つの課題に 2 次曲線の傾向あり ($F(1, 24)=23.33, p<.01$)
 - (見積もり時間) = $0.0004(\text{タッピング数})^2 - 0.4(\text{タッピング数}) + 27.65$

- 考察

- タッピング課題と見積もり時間は 2 次曲線の関係にあった
- この結果は、Parker (1973) の結果と一致
 - ・ 筋緊張と見積もり時間は 2 次曲線の関係にある
 - ・ 50% の筋緊張で、実際の時間は短く見積もられるが、25%、75% の筋緊張で、そのようなことはない
- 実験 4 では、タッピングの処理コストについて検討
 - ・ タッピングを行いながら言語リハールを行う

Experiment4

- 方法

- 被験者：男性 8 名
- 材料、手順
 - ・ ドラム記憶装置に 12 単語が 1 秒 1 単語ずつ表示される
 - ・ 被験者は、25 秒の保持期間に言語リハーサルを行う
 - ・ 保持期間にタッピングを行う
 - ・ 保持期間の後に単語再生テストを行う
 - ・ タッピング課題
 - 1 分間：タッピングなし、48 回、96 回、144 回
 - ・ 単語
 - 使用頻度の低い単語を使用(1/1 千万以下)(Thorndike & Lorge, 1944)
 - 1 セット 12 単語を 4 セット使用

- 各タッピング課題によって異なるセットを表示
 - ・ 被験者は、4 試行課題を行う
 - ・ 課題を行う順序は、ラテングレコ方格法に従う
 - 要因計画
 - ・ 4水準(タッピング：なし, 48回, 96回, 144回)の被験者内要因計画
 - 結果
 - タッピング回数
 - ・ 平均タッピング数
 - 48回：21.5回
 - 96回：40.38回
 - 144回：61.38回
 - ・ タッピングが異なる3つの課題間に有意差あり($F(3, 8)=1,212.63, p<.01$)
 - ・ タッピングが異なる3つの課題に線形傾向あり($F(1, 4)=5,834.92, p<.01$)
 - 予測された回数とほぼ一致
 - 48回：20回
 - 96回：40回
 - 144回：60回
 - 単語再生
 - ・ 図3は、タッピング回数ごとの再生された単語数を示したものである
 - ・ 4つの課題間に有意差あり($F(3, 12)=7.20, p<.01$)
 - ・ 4つの課題に2次曲線の傾向あり($F(1, 4)=26.89, p<.01$)
 - (見積もり時間) = $0.0003(\text{タッピング数})^2 - 0.4(\text{タッピング数}) + 5.96$
 - 実験3とほぼ同じ曲線
- 考察
 - タッピングの処理コストは、時間判断を行った時と言語リハーサルを行った時で一致

General Discussion

- 処理コストが増えるほど、見積もり時間は減少した
 - この仮説は多くの心理学者、哲学者によって示唆されていた(James, 1890; Lavelle, 1945; Romanes, 1878; Wundt, 1874)
 - 彼らは、時間へ注意が向くほど、時間が長く感じられると主張した
- 感覚時間の理論
 - Time base：主観的時間の単位に関わる
 - Counter：一定期間、時間の単位を蓄積する
 - Response translator：Counterの内容を感覚時間に変換する
- 時間に注意するほど、時間は長く感じられる

- 時間経過を体感するには処理容量が必要である
- 処理を必要としない課題を行えば，時間に関する情報が容量内で増加し，時間が長く感じられる
 - ・ 情報が Counter に蓄積することで，時間が長く見積もられる
- 処理を必要とする課題を行えば，時間に関する情報が容量内で減少し，時間が短く感じられる
 - ・ 処理を行うことで，情報が Counter に蓄積することを妨害する
- このようなアプローチに一致した研究は多い
 - フィードバックを与えなくても，試行を繰り返すことで見積もられる時間が減少する (Hicks et al, 1976)
 - ・ 試行を繰り返すことで警戒心が減少する (Hawkes & Sherman, 1972; von Stumer, 1966, 1968)
 - ・ 警戒心の減少は，注意の減少が原因である (Mackworth, 1969)
 - アンフェタミンは，注意を増加させる (Talland & Quarton, 1966; Weiner & Ross, 1962a)
 - ・ アンフェタミンは，見積もり時間を増加させる (Frankenhaeuser, 1959; Weiner & Ross, 1962b)
 - 鎮静剤やアルコールは，注意を拡散させる (Mirsky & Kornetsky, 1969)
 - ・ 鎮静剤やアルコールは，見積もり時間を減少させる (Frankenhaeuser, 1959)
- 時間に注意するほど，時間は長く感じられるという仮説は他の研究結果と一致する

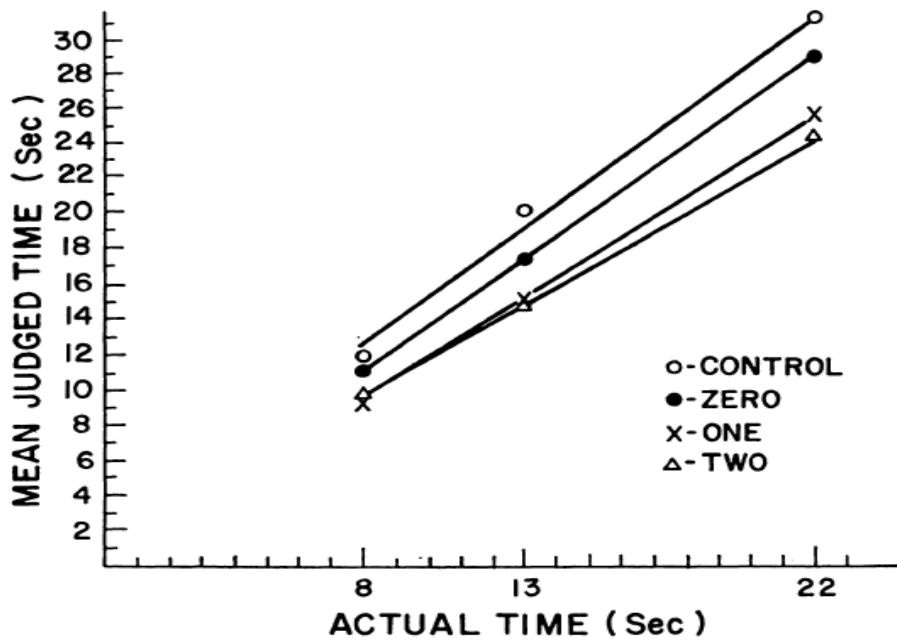


Figure 1. Judged time as a function of actual time and concurrent response uncertainty; Experiment I

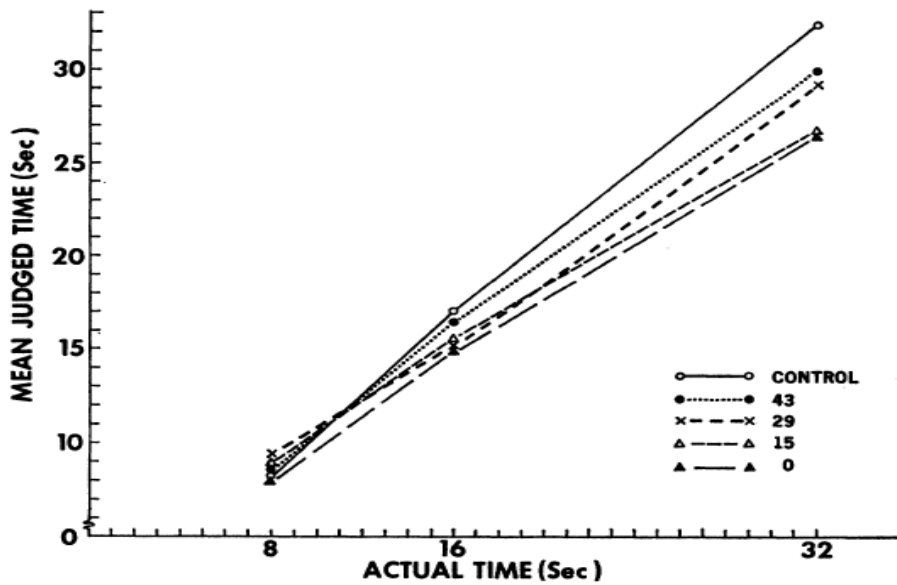


Figure 2. Judged time as a function of actual time and concurrent rehearsal condition; Experiment II

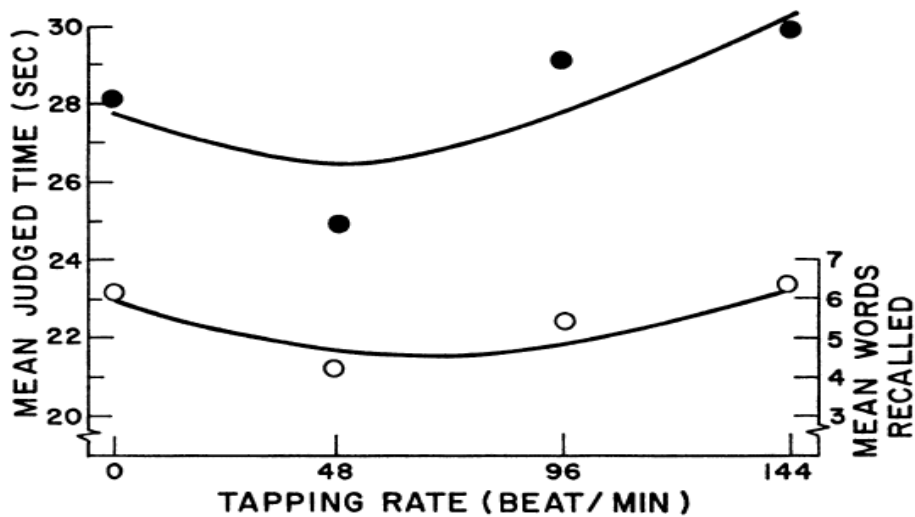


Figure 3. The top curve/left ordinate represents the effect of concurrent tapping rate on judged time; Experiment III. The bottom curve/right ordinate presents the number of words recalled as a function of tapping rate during rehearsal; Experiment IV