

The Trade-Off between Internal and External Information Storage

Wolfgang Schonpflug

Journal of Memory and Language, 25, 657-675, 1986

<目的>

- ・ 人は情報保持に内的記憶と外的な道具(ノート, テープ等)の2つの機能を使用できる.
- ・ 2つの機能が使用可能である場合, どちらを使用するかトレードオフの問題が生じる.

Economical principle

- ・ 内的／外的記憶保持の選択は経済原理によって決定される(Muthing & Schonpflug, 1980).
 - 保持の効果(履歴の管理等)
 - コスト(情報保持の労力等)
 - 利用可能な道具(符号化に要する時間等)一般的に…
 - ▷ 外的記憶は容量, 履歴の持続性, 符号化の早さに優れている.
 - ▷ 内的記憶は再構成, 記憶引き出しが容易である.
- ・ 内的／外的記憶保持は非対称な関係にある.
 - 内的記憶の引き出しは, 必要性, 意図に従って自動処理される(ef. Raaijmakers & Shiffrin, 1981).
 - 外的記憶の引き出しは, 必要性, 意図に従って利用者が道具を操作する.
 - ▷ 外的に保持された情報に関する知識を持っている必要がある.

Muthing & Piekara(1984)の実験

- ・ Muthing & Piekara(1984)は内的／外的記憶保持のトレードオフに関する実験を行った.
 - 課題：架空の惑星 Theleos の生活環境についてレポートを書く.
 - ▷ Theleos に関する 60 種類のテキストが表示される
 - 半数は適切な情報, もう半数は不適切な情報
 - ▷ 条件 1 ではメモ, 条件 2 ではプリントアウトにより情報を保持することが可能.
 - 結果：メモの数とプリントアウトの数は同じであった.
 - 内的／外的記憶保持の選択については検証されているが, 記憶保持の労力について検証が必要.
 - ▷ プリントアウトを行うよりも, メモをとる方が労力は高い.
 - ▷ 文章の複雑さは内的記憶の負担になるが, 外的記憶の負担にはならない.
 - ▷ 文章の複雑さにより内的記憶保持の効率が下がるなら, 外的記憶を使用する.

<実験 1>

方法

手順

- ・ 全国民に架空の惑星 Theleos についての情報をレポートする.
- ・ 適切な情報として…
 - Theleos は近年発見された惑星.
 - 惑星への移動, 探索, コロニー化に成功.
 - Theleos は地球の人口増加を防ぐための移住空間.
 - 議会は大量移住の決断をしなければならない.
- ・ 表示されるテキストを見て自由な時間でレポートを書く.
- ・ テキスト表示時間の操作
 - low limit : キーを押し, 次のテキストへ.
 - high limit : 文字の長い文章は 20 秒, 短い文章は 10 秒で次のテキストへ.
- ・ プリントアウトコストの操作
 - low cost : “P”キーを押してプリントアウト.
 - high cost : 文章の一部を入力後 ID 番号を入力し, プリントアウト.

材料

- ・ 9つのテーマに分かれた全 108 のテキストを用いる.
- ・ テキストはプリンターに接続されたコンピュータに表示される.
- ・ テーマごとに文章の適切さ, 長さ, 特殊性の組み合わせが異なる.
 - 適切さ : Theleos の移住空間としての情報との関連性.
 - 適切 : 移住の危険性や利益.
 - 不適切 : 移住の賛否.
 - 長さ
 - 短い : 7~26 単語
 - 長い : 27~55 単語
 - 特殊性
 - 文章が長く, 特殊性が高い(地質資源に関して)

Extremely important mineral resources have been discovered in the second quadrant of Theleos, grid F112, north of the equator. Among them is a brown coal field, located closely to the surface, estimated approximately 5000 square kilometers in size. In addition, rich deposits of methane gas are expected in the same area.

文章が短く, 特殊性が低い(飲料水に関して)

Water is available on Theleos in large quantities.

実験計画

- 2(テキスト表示時間：被験者間)×2(プリントアウトコスト：被験者間)×3(適切さ：被験者内)×2(長さ：被験者内)×2(特殊性：被験者内)
- 実験参加者 64 人. 各条件に 16 人ずつ.
- テキストの表示順序はランダム.

結果

テキスト 1 枚を見る時間

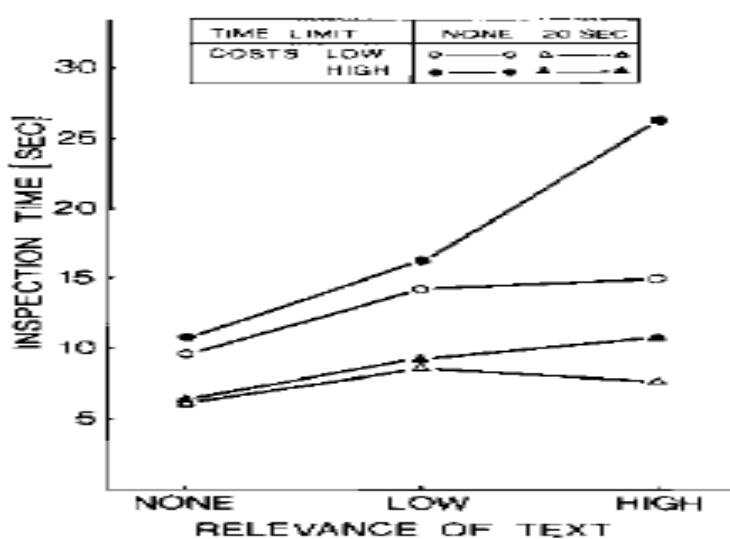


FIG. 1. Mean inspection time for one text as a function of text relevance, limitation of inspection time, and operational costs for producing a printout.

- 2(テキスト表示時間)×2(プリントアウトコスト)×3(適切さ)×2(長さ)×2(特殊性)の分散分析を行った.
- Fig. 1 はテキスト表示時間, プリントアウトコスト, 適切さにおけるテキスト 1 枚を見る平均時間.
- テキスト表示時間の主効果あり ($F(1, 60)=44.1, p<.01$).
- プリントアウトコストの主効果あり ($F(1, 60)=7.9, p<.01$).
- 適切さの主効果あり ($F(2, 120)=103.6, p<.01$).
- テキスト表示時間, プリントアウトコスト, 適切さに 2 次の交互作用あり ($F(2, 120)=9.2, p<.01$).
 - プリントアウトコストの効果は, 文章の適切さが高く, 特にテキスト表示時間が low limit の時にみられる.

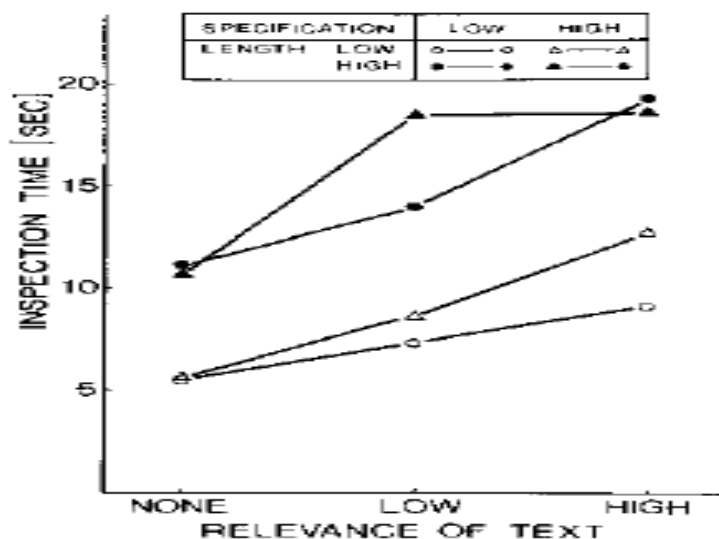


FIG. 2. Mean inspection time for one text as a function of text relevance, length, and specification.

- Fig. 2 は適切さ，長さ，特殊性におけるテキスト 1 枚を見る平均時間。
- 長さの主効果あり ($F(1, 60)=284.9, p<.01$).
- 特殊性の主効果あり ($F(1, 60)=23.5, p<.01$).
- 適切さ，長さ，特殊性に 2 次の交互作用あり ($F(2, 120)=33.9, p<.01$).
- 適切さ，長さ，特殊性，テキスト表示時間に 3 次の交互作用あり ($F(2, 120)=13.9, p<.01$).
- 文章の長さ と 特殊性は相互に依存している。これらの複合の効果は文章の適切さが高い時，特にテキスト表示時間 low limit の状況でみられる。

プリントアウト率

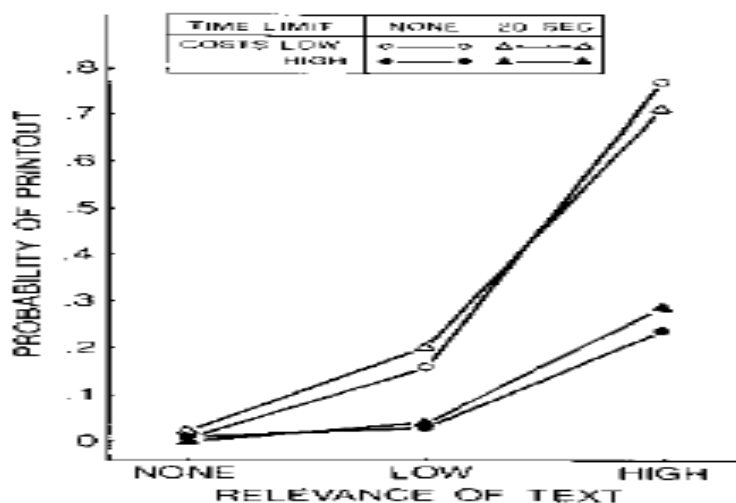


FIG. 3. Probability of a printout as a function of text relevance, limitation of inspection time, and operational costs for producing a printout.

- Fig. 3 はテキスト表示時間，プリントアウトコスト，適切さにおけるプリントアウト率。

- ・ プリントアウトコストの主効果あり ($F(1, 60)=102.0, p<.01$).
- ・ 適切さの主効果あり ($F(2, 120)=510.3, p<.01$).
- ・ テキスト表示時間に差はなし ($F(1, 60)=.8, p>.05$).
- ・ プリントアウトコスト, 適切さに交互作用あり ($F(2, 120)=50.5, p<.01$).
- プリントアウトコストの効果は, 文章の適切さに依存する.

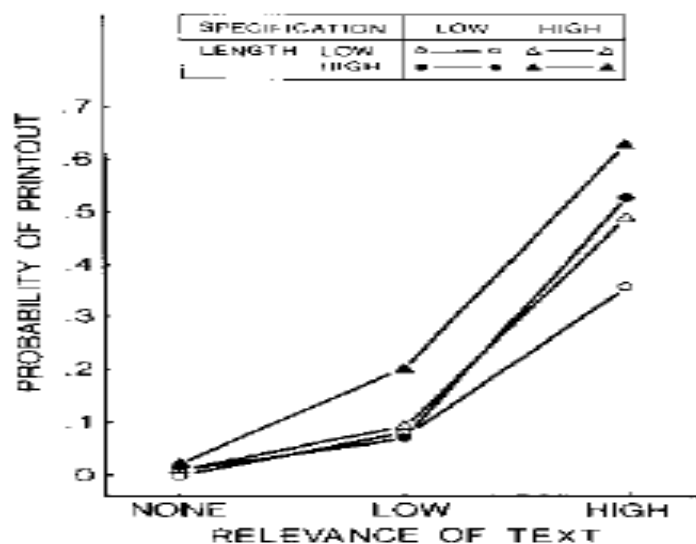


FIG. 4. Probability of printout as a function of text relevance, length, and specification.

- ・ Fig. 4 は適切さ, 長さ, 特殊性におけるプリントアウト率
- ・ 長さの主効果あり ($F(1, 60)=50.9, p<.01$).
- ・ 特殊性の主効果あり ($F(1, 60)=53.0, p<.01$).
- ・ 適切さ, 長さ, 特殊性に 2 次の交互作用あり ($F(2, 120)=16.6, p<.01$).
- 文章の適切さが低いためにプリントアウト率が低いのであれば, 文章の長さや特殊性の効果は明らかでない.

考察

- ・ 内的/外的記憶使用の選択に文章の適切さが大きく影響している。
→ Muthing & Piekara(1984)と同じ結果.
- ・ テキスト 1 枚を見る時間はテキスト表示時間 high limit の方が low limit より短い(Fig. 1).
→ 時間の制約により, 内的記憶資源を削減させた.
- ・ プリントアウト率は, プリントアウトコストが high cost の方が low cost より低い(Fig. 3).
→ プリントアウトコストが high cost の時, 内的記憶を駆使し, プリントアウトコストが low cost の時, プリントアウトを行う。
→ 経済原理に一致.
- ・ テキスト表示時間に関して, プリントアウト率に差がなかった(Fig. 3).
→ 外的記憶引き出しに必要な内的情報を得ることができないと判断した結果では…

<実験 2>

- 文章が適切であれば文章の複雑さに関わらず、プリントアウトされるかもしれない。
 - 適切さ：同じテーマのグループ間，複雑さ：同じテーマのグループ内で操作。
 - ▷ 2 stage decision の検証。
 - ① 適切さから文章を選ぶ。
 - ② 文章の複雑さから更なる判断を行う。
- インタビューより，動機が低い実験参加者は high cost でもプリントアウトを行った。
 - プリントアウトコストを 3 段階(low, medium, high)に設定。

方法

材料

- 9つのテーマに分かれた全 108 のテキストを用いる。
- 各テーマ内でテキストを 3つのグループに分け，異なる適切さ(none, low, high)を与える。
- 文章の複雑さを階層的に 4段階に分ける。

Level 1 - 2~8 単語

Weather conditions on Theleos.

Level 2 - 9~49 単語

Theleos has a regular day-night rhythm, accompanied by equally regular variations in temperature. Wind and cloud formation with precipitation may be observed.

Level 3 - 16~52 単語

Level 4 - 26~95 単語

Extremely low temperatures prevail at the Thelean polar caps (recorded low of -68 degrees Celsius). In the Mironcas desert region, temperatures climb as high as 60 degrees Celsius. But even on the relatively mild continent Newtonia, noon temperatures of 40 degrees Celsius are not unusual. Average annual precipitation is 3615 mm in Newtonia and 1264 mm in Mironea (compared with Allgäu in Bavaria: 2600 mm annually). Hurricanes and typhoons (two to five annually, depending on the region) are among the most dangerous climatic features.

手順

- 架空の惑星 Theleos についての情報をレポートする。

- テキスト表示時間に制限はない。
- 各テーマのグループごとに Level 1 から Level 4 まで文章は階層的に表示される。
 - Level 2 以降の表示は選択的に行う。
 - 同じグループ内で Level 1~4 を繰り返し表示することが可能。
- プリントアウトコスト
 - low cost : “P”キーを押してプリントアウト。
 - medium cost : 文章の一部を入力し、プリントアウト。
 - high cost : 文章の一部を入力し、プリントアウト
 - +どうしても必要であれば…と教示を行う。→ 動機の影響を消す。

実験計画

- 3(プリントアウトコスト：被験者間)×3(適切さ：被験者内)×4(複雑さ：被験者内)
- 実験参加者 48 人。各条件に 16 人ずつ。

結果

テキスト表示率

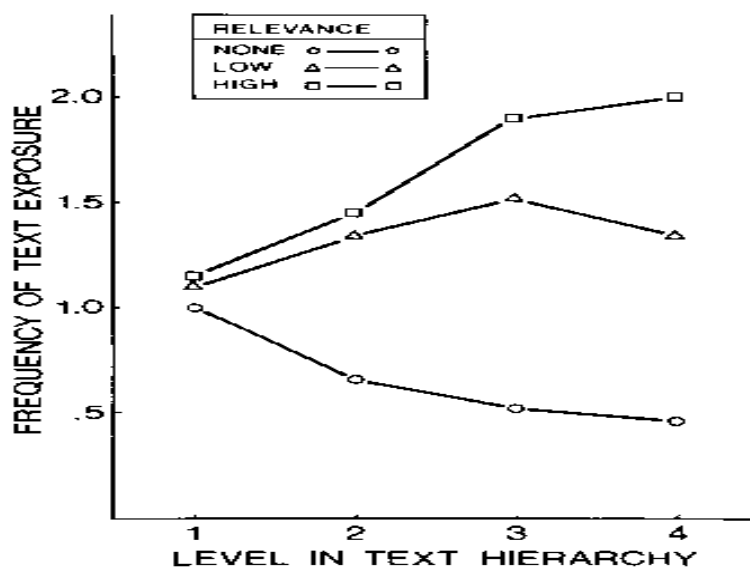


FIG. 5. Average frequency of text exposure as a function of text relevance and level within a text hierarchy.

- 3(プリントアウトコスト)×3(適切さ)×4(複雑さ)の分散分析を行った。
- Fig. 5 は文章の適切さ、複雑さにおけるテキスト表示率。
- 適切さと複雑さに交互作用あり ($F(6, 270)=74.2, p<.01$)。
- プリントアウトコストに差はなし。

テキスト全体を見る時間

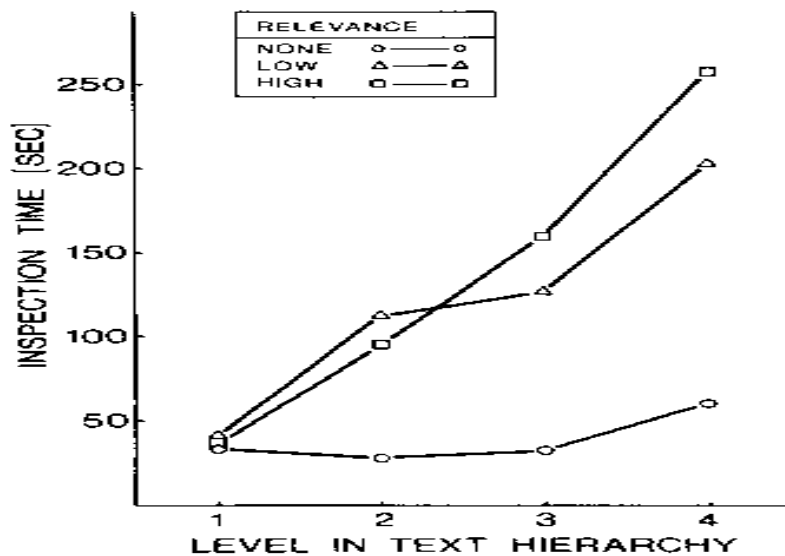


FIG. 6. Mean inspection time for all texts as a function of text relevance and level within a text hierarchy.

- Fig. 6 は適切さ、複雑さにおけるテキスト全体を見る時間.
- 適切さと複雑さの交互作用あり ($F(6, 270)=75.6, p<.01$).
- プリントアウトコストに差はなし.

プリントアウト率

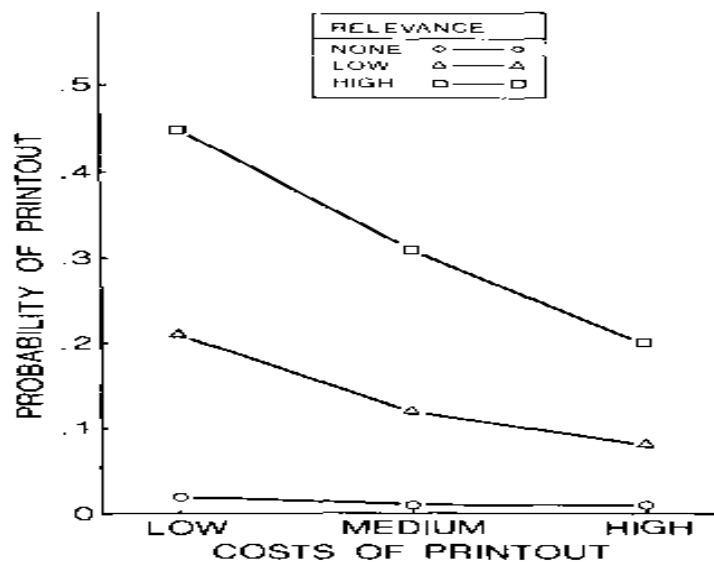


FIG. 7. Probability of printout as a function of text relevance and operational costs for producing a printout.

- Fig. 7 はプリントアウトコストにおけるプリントアウト率.

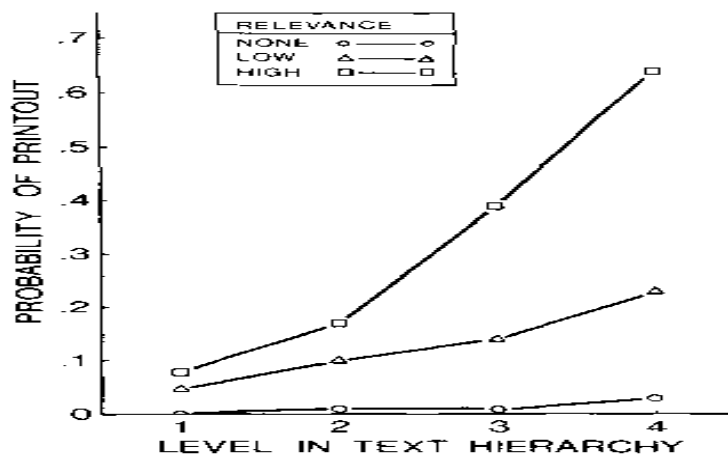


FIG. 8. Probability of printout as a function of text relevance and level within a text hierarchy.

- Fig. 8 は文章の複雑さにおけるプリントアウト率.
- プリントアウトコストに主効果あり ($F(2, 45)=5.5, p<.01$).
- 適切さの主効果あり. ($F(2, 90)=174.8, p<.01$).
- プリントアウトコストと適切さに交互作用あり ($F(4, 90)=4.8, p<.01$).
- 複雑さに主効果あり ($F(3, 135)=12.1, p<.01$).
- 適切さと複雑さに交互作用あり ($F(6, 270)=37.8, p<.01$).

考察

- 文章の複雑さとプリントアウト率に強い相互関係がみられた(Fig. 8).
 - 適切なトピックであることを判断し、適切なトピックの中でも複雑な文章ほどプリントアウトされた.
 - 2 stage decision が行われた.
- Level 4 の文章では、内的記憶負担を削減するためプリントアウトが行われた(Fig. 8).
 - Level 2, 3 の文章は、低い Level の文章の補完や、高い Level の文章のオーガナイザーとしてプリントアウトされた可能性がある.
- プリントアウトコストによるプリントアウト率への影響は実験 1 と同じ(Fig. 7).
 - プリントアウトコストが高いほど内的記憶を駆使する.
- テキストを見る時間において、文章の適切さ high と low の差は小さい(Fig. 6).
 - 適切さ low では、情報を切り捨てるか否かの判断に時間を費やした可能性がある.
- テキスト表示率は、文章が適切かつ複雑であるほど高くなる(Fig. 5).
 - 同じグループ内のテキスト情報の比較に時間を費やした.
 - ▷ 必要な情報収集、重複した情報削除

<実験 3>

- 実験 1, 2 は情報の記憶(主に符号化) vs プリントアウトの関係について焦点を当てた.
- 情報引き出しの側面も重要.

- 一 外的記憶は情報引き出しに欠点がある場合もある。
 - ▷ 一人の人が符号化し，情報引き出しに失敗する → 忘却
 - ▷ 一人が符号化し，もう一人が情報引き出しに失敗する → コミュニケーションのミス。
→ 外的記憶からの情報引き出しには，内的記憶の支援が必要である。
- ・ 実験 3 では，外的記憶の違いによる情報の符号化と引き出しの使い分けに焦点を当てる。

方法

手順

- ・ 架空の惑星 Theleos についての情報をレポートする
- ・ 新たな要因 (oneself/partner) を設定。
 - oneself — 1人でテキストから情報収集し，レポートを書く。
 - partner — レポートを書く人のアシスタントとして，情報収集のみを行う。
- ・ テキスト表示時間に制限はない。
- ・ プリントアウトは“P”キーを押して実行する。
- ・ 文章の適切さ(none, low, high)，複雑さ(Level 1~4)，テキスト表示は実験 2 と同じ。

材料

- ・ 実験 2 と同じ。

計画

- ・ 2(oneself/partner : 被験者間) × 3(適切さ : 被験者内) × 4(複雑さ : 被験者内)
- ・ 実験参加者 32 人。各条件に 16 人ずつ。

結果

テキスト表示率

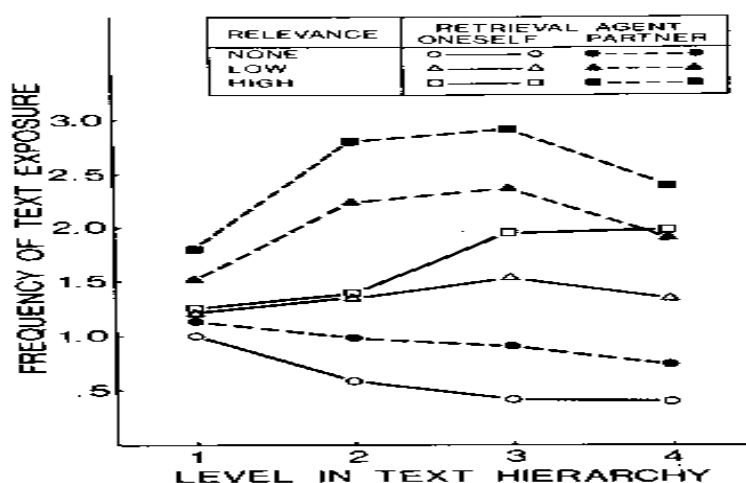


FIG. 9. Average frequency of text exposure as a function of text relevance, level within a text hierarchy, and dissociation between encoding and retrieval agent.

- ・ Fig. 9 は文章の適切さ，複雑さ，oneself/partner におけるテキスト表示率。

- 2(oneself/partner)×3(適切さ)×4(複雑さ)の分散分析を行った。
- 適切さ，複雑さ，oneself/partner に2次の交互作用あり ($F(6, 180)=2.9, p<.01$).
- 適切さの主効果あり ($F(2, 60)=65.3, p<.01$).
- 複雑さの主効果あり ($F(3, 90)=11.4, p<.01$).
- oneself/partner の主効果あり ($F(1, 30)=9.5, p<.01$).

テキスト全体を見る時間

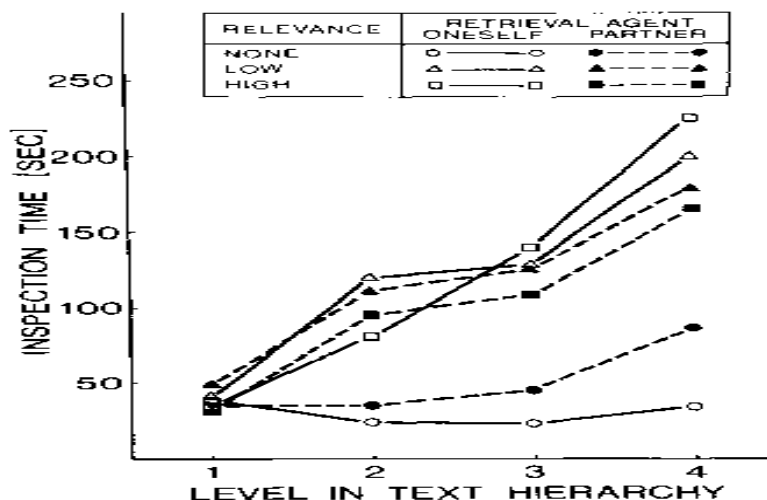


FIG. 10. Mean inspection time for all texts as a function of text relevance, level within a text hierarchy, and dissociation between encoding and retrieval agent.

- Fig. 10 は適切さ，複雑さ，oneself/partner におけるテキスト全体を見る時間。
- 適切さ，複雑さ，oneself/partner に2次の交互作用あり ($F(6, 180)=4.8, p<.01$).
- 適切さの主効果あり ($F(2, 60)=65.9, p<.01$).
- 複雑さの主効果あり ($F(3, 90)=83.1, p<.01$).
- 適切さと複雑さに交互作用あり ($F(6, 180)=39.8, p<.01$).

プリントアウト率

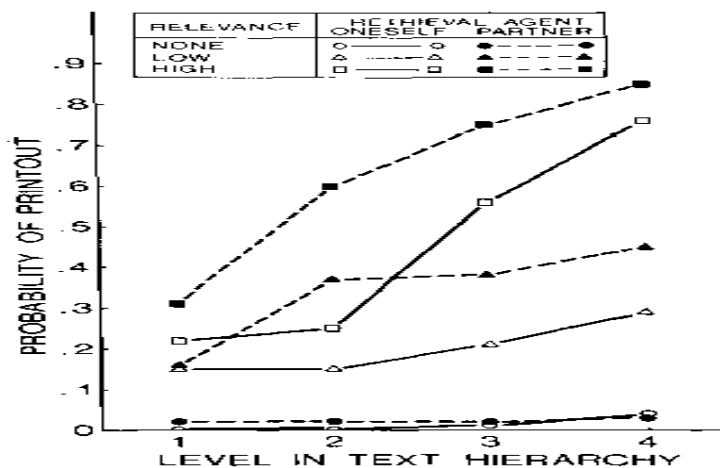


FIG. 11. Probability of printout as a function of text relevance, level within a text hierarchy, and dissociation between encoding and retrieval agent.

- Fig. 11 は文章の適切さ、複雑さ、 oneself/partner におけるプリントアウト率。
- 適切さと oneself/partner に交互作用あり ($F(2, 60)=3.7, p<.05$).
- 複雑さと oneself/partner に交互作用あり ($F(3, 90)=3.2, p<.05$).

考察

- パートナーを想定した場合、パートナーを想定しない場合よりプリントアウト率は高い (Fig. 11).
- パートナーを想定した場合、テキスト表示の省略が行われた (Fig. 9).
 - 複雑さ Level の低い文章が、Level の高い文章より有益であると判断された。
 - 特殊性の高い情報引き出し、組織化のコストが、レポートの質の向上より優先された。
- パートナーを想定した場合、パートナーを想定しない場合とテキストを見る時間に差はないが (Fig. 10)、テキスト表示時間は特に複雑さ Level 2, 3 で長い (Fig. 9).
 - 情報が重複していないか、適切な情報であるか検討した結果。

<総合考察>

- プリントアウト率、テキストを見る時間、テキスト表示時間は、文章の適切さに影響を受けた。
 - この課題の目的が、適切なレポートを書くことと設定されたからであろう。
 - しかし、条件によっては情報の削減が行われた。
 - 経済原理による利益とコストの関係。
 - 使用可能な道具を操作することで得られる利益。
 - ▷ プリントアウトのコストが高いほど、テキストをプリントアウトする割合は減る。
 - 判断と符号化間でのトレードオフ。
 - ▷ 情報を切り捨てるか否か判断を行い、情報を切り捨てることで内的/外的符号化の量は減る。符号化を行うことで、判断の量は減る。
 - 情報の量や特殊性、判断を行うコストや符号化のコストによって、判断を行うか符号化するかが選択される。
 - 内的記憶保持と外的記憶保持間でのトレードオフ。
 - ▷ 内的記憶で保持しきれない情報を外的記憶で保持することができる。
 - ▷ 外的記憶による過度の情報保持は、記憶引き出しに負担を与える。
 - 実験 1 より： テキスト表示時間が短すぎても、プリントアウト率は増加しない。
 - 実験 3 より： パートナーに全ての適切な情報を提供しない。
 - 外的記憶の使用には、外的記憶に保持された情報に関する知識が必要である。
- ⇒ これら全てが事実なら、内的/外的記憶保持の選択に明確な線引きはできない。
観察可能な外的記憶活動から、内的記憶活動について推測できるのではないだろうか。