

知的コミュニケーション支援とインターネット の誕生物語

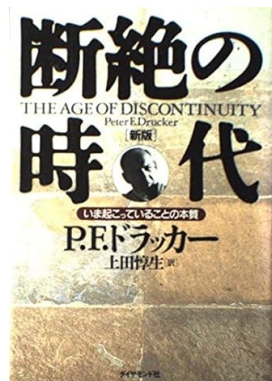
-異分野融合の視点から-

林 幸雄

北陸先端科学技術大学院大学 融合科学共同専攻

断絶の時代

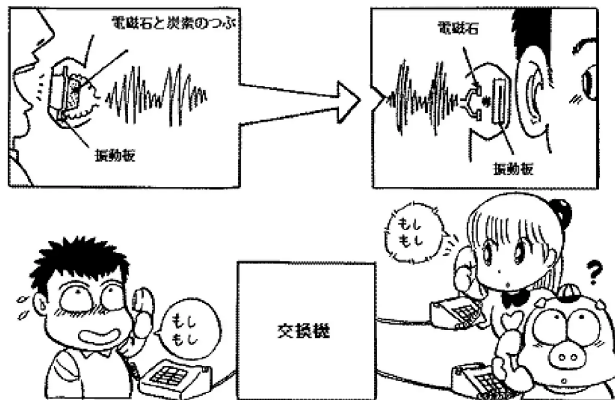
- 社会, 経済, 知識における根本的な非連続性 ▶ 特徴
- 知識社会に求められる人材 ▶ 特徴
- 物的資本から知識資本へ ▶ 特徴
- 期待される新産業：情報産業, 海洋開発, 素材産業, 巨大都市の再開発
「電機産業と同様に情報産業では, 資金と技術は（物ではなく）利用することに向けられる」 pp.23,
「新技術は, 自然科学だけでなく, 文化の一部」 pp.37



P.F. Drucker (著), 上田 惇生 (訳) 断絶の時代, 1969.

2. 1925-70 年からの潮流

電話のしくみ



出典 <https://kids.gakken.co.jp/kagaku/kagaku110/science0442/>

交換器の発展： 機械工学から電気工学や電子物理学

接続相手の交換： 人手で → 機械（クロスバー）スイッチ →
真空管による電子スイッチ → 半導体スイッチ



出典 <https://edn.itmedia.co.jp/edn/articles/2106/11/news023.html>

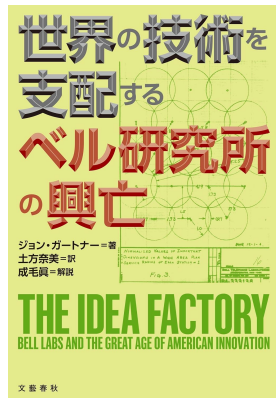
▶ クロスバースイッチの概念図

⇒ 電話の研究から電子機器やコンピュータの実現が可能に！

アナログ電話の問題をデジタル新技術で解決！

米東海岸 NJ 州 AT&T Bell 研

- クロスバースイッチの機械的な故障や音声ノイズの問題
「トップレベルの頭脳をスカウト」
pp.35
- 真空管から 1948 年 高速高信頼な「トランジスタ半導体の発明」
pp.106,114
上司 W.B.Shockley の ▶ 手柄横取り画策
⇒ 西海岸へ追放！
- 「全ての情報は 0/1 で表現可」
pp.135, MIT から入所した数学者 C.E.Shannon による 誤り訂正符号技術の発明, 補足： ▶ テレビ技術
- コンピュータの基本ソフト UNIX OS 公開



J.Gertner (著), 土方 奈美 (訳)
世界の技術を支配する ベル研
究所の興亡, 2013.

1970年代はメインフレーム計算機でコマンド入力

1964年に日本電信電話公社中央統計所へ導入された IBM 7044



⇒ 会計計算やロケット弾道制御の**数値計算**などが主な用途だった
出典 Wikipedia メインフレーム

数学者が考えたコンピュータの原理

1936 チューリングマシン (TM)：入出力を伴う状態遷移機械

- ヘッドで読み込んだ入力テープの記号と TM の（記号で表現される）内部状態に関する規則に従って、
- 上記の規則でテープに書き込み、ヘッドを左または右に移動、
- 同時に内部状態を遷移
- 特定の規則ごとに TM を作るのではなく、プログラムによって、ある TM の動作を模倣する万能 TM があれば種々可能

⇒ 入力装置, 出力装置, 記憶装置, 演算装置 (CPU) で構成される
ノイマン型コンピュータで万能 TM を 1940 年代 に実現

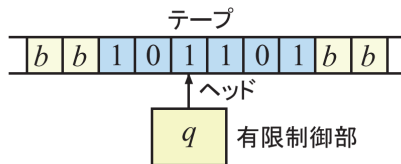


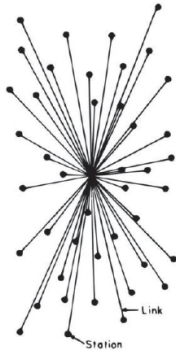
図 4・2 チューリング機械の概念図

出典 <https://cocolofun.co.jp/turing-machine/>

3. 冷戦下の軍事的脅威からインターネット開発

DARPA による APANET ▶ 米ソ宇宙開発競争

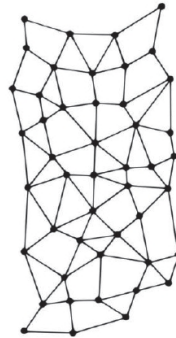
⇒ 軍事開発から民間転用を試みるが...



(A)中央集権型



(B)非中央集権型



(C)分散型

パケットの自律ルーティングと分散ネットワーク 1962 ▶ P. Baran

4. シリコンバレーの異端児

数値計算から記号処理, 知的業務やコミュニケーションを支援する対話型コンピュータの発明的な開発を導く

B.Taylor 1961 NASA → 1965 ARPA の IPTO → 1970 Xerox PARC

- 「テキサス大学修士 **生理心理学**」
pp.34, 「Licklider の論文『人間とコンピュータの共生』に影響」 pp.36
- 「生後 28 日で牧師夫妻の養子」
「転々... **コミュニティにとって重要なのは... 共通の信仰や趣味, ... 世界の人々を結び付ける潜在性**」 pp.43
- 「電気工学, 数学, 生物物理化学等, 傑出した人材・実践派を集める」
pp.189-207
- 1977 「経営幹部に映画並みの **▶ デモ**」
pp.417-439

長時間の事務仕事に適した機器：[▶ マウス](#)



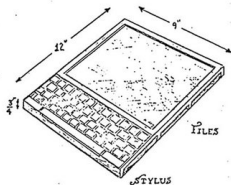
L.Berlin (著), 牧野 洋 (訳)

トラブルメーカーズ, 2021.

人とコンピュータが会話できる技術や概念を創った偉人

Alan Curtis Kay

- コロラド大学で**数学と分子生物学**の学士号を取得, プロのジャズギタリストとしても活動
- 1966年にユタ大学大学院工学部にて修士号と博士号, 先駆的グラフィックスアプリケーションを開発 ⇒ **GUI 開発に発展**
- 1968年にMITの**教育学・心理学・人工知能研究者** ▶ S.Papert と出会い**心理学者 J.Piaget** にも感銘を受け, LISP を教育向けに最適化した LOGO プログラミング言語を学ぶ
- 1970年代, Xerox PARC にて Dynabook 構想
⇒ **子供でも使えるコンピュータ!**
- **オブジェクト指向プログラミング** Smalltalk → Java ▶ 名言

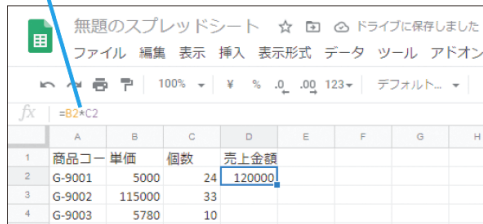


<https://www.weblio.jp/content/で「アランケイ」と検索・抜粋>

機能分析ではなく実操作から表計算ソフトを発想

「MIT の D.S.Bricklin はハーバード・ビジネス・スクールで、教授が黒板に金融モデルを書くのを見ていた（それは縦・横に直線がいくつも引かれた経理帳簿に似た表で、教授はその表のセル（四角いマス目）に方程式とデータを書き込んだ）。だがその教授が間違いに気づきパラメータを変更しようとしたとき、**ひとつのセルの値を修正しただけなのに、残りの表の中の大部分を消して書き直さなければならなくなった**。これを見て、このような**式に基づいた計算をコンピュータ上で自動的に処理**する「電子式表計算」を思いついた。」 出典 <https://ja.wikipedia.org/wiki/VisiCalc>

数式の内容はここに表示される

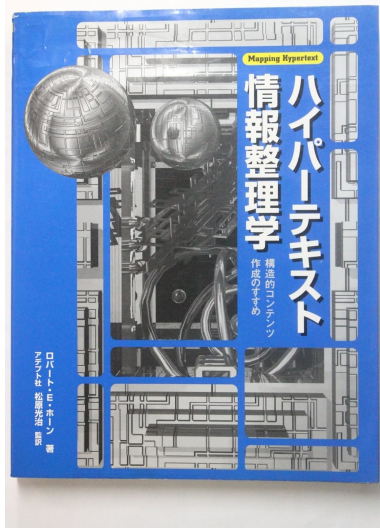


	A	B	C	D	E	F	G	H
1	商品コード	単価	個数	売上金額				
2	G-9001	5000	24	120000				
3	G-9002	115000	33					
4	G-9003	5780	10					

5. WWW への道程



人間の連想思考はリンク構造に対応 ▶ 非直線的

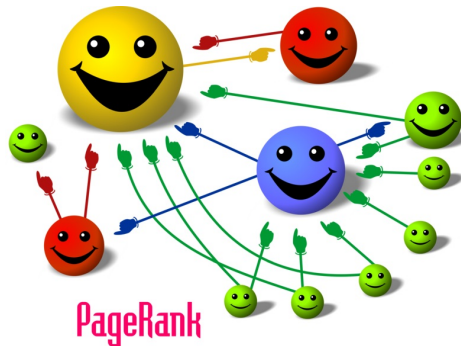


R.E.Horn(著), 松原 光治 (訳), ハイパーテキスト情報整理学, 1991

6. Google を世界の覇者にした技術

PageRank: WWW の頁における中心性を測る指標

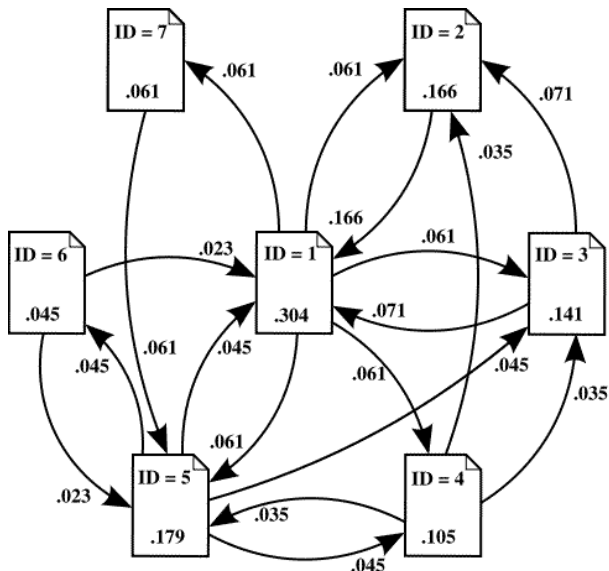
- 入：多くから参照されるリンクを持つ頁の価値は高くなる
- 入：ランク値が高い頁からの数少ない貴重なリンクの価値は高い
- 出：多くを参照するリンクの価値は分配される



直感的で割と自然な定義に感じられるが、理論的な裏付けがある！

しかも、社会学分析における「権力の中心人物」を探る計算法と類似

数学的意味：WWW 上の乱歩との等価性

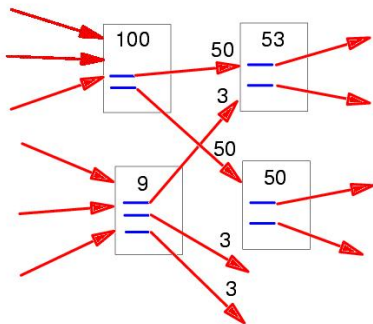


メッセージ伝搬に基づく優れた計算法

基本形： $\mathbf{r} \leftarrow P\mathbf{r}$, $\mathbf{r}$ は 確率行列 P の優固有ベクトルに収束

$$r_v \leftarrow d \sum_{v' \in \mathcal{N}_v} \frac{r_{v'}}{k_{v'}} + \frac{1-d}{N}, \quad d \approx 0.85,$$

行き止まりを避ける為に割合 $1-d$ だけランダムサーフを入れて
強連結にする $\Rightarrow$ マルコフ連鎖

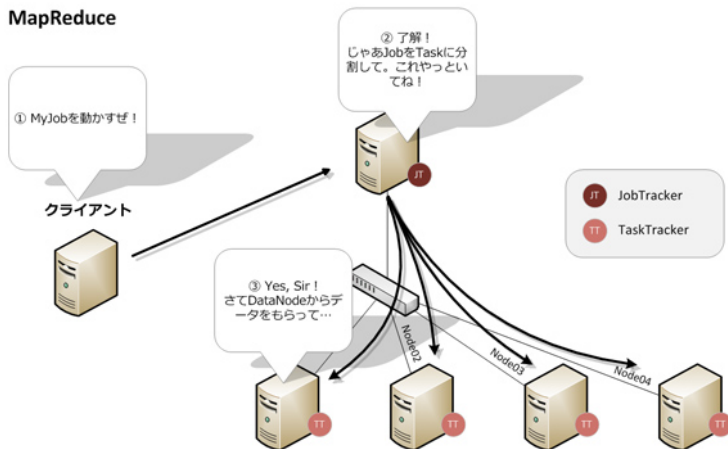


Google の創設者 L.E.Page の先見性

- 誰も重視しなかった **リンク構造** に着目.
直感的に妥当そうな意味付けだけではなく, **マルコフ連鎖の理論的な裏付け** もある.
- リンクの方向性で行き止まりが発生し得る WWW 探索において, 少量の割合のランダムサーフによるジャンプを考慮することで **リンク構造に基づくランク値と計算の収束性を両立**.
- 数十年の研究歴史がある大規模行列の固有値問題の数値解法としては扱わず, **日々更新される WWW では厳密解は不要な一方でスケーラビリティが求められることから, 自分らの得意な単純なメッセージ伝搬による分散処理**として大量の廉価 PC で実現.

Indexing 計算を分散処理で

MapReduce

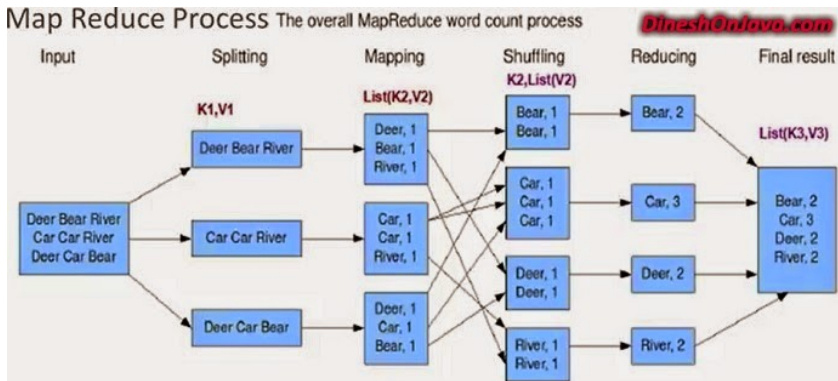


導入編～Hadoop クラスタを構築するまで

出典 <https://enterprisezine.jp/dbonline/detail/4254>

MapReduce ミドルウェアの開発に

Map：各行で Key と Value の組, Reduce：Key 毎に集計



出典 <http://www.dineshonjava.com/2014/11/mapreduce-flow-chart-sample-example.html>