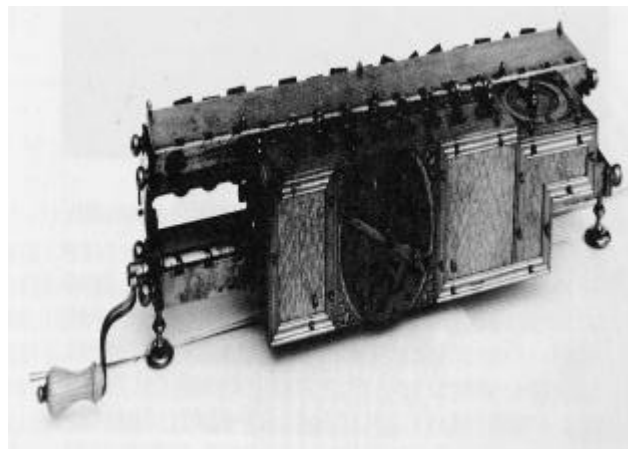


授業資料

～ 計算機のはじまり～



授業者：島竹 里枝

(筑波大学大学院修士課程教育研究科 1 年)

年 組 番
氏名

0

次の問題を計算してみよう。

* 答えを空欄に書いてください

【問題1】

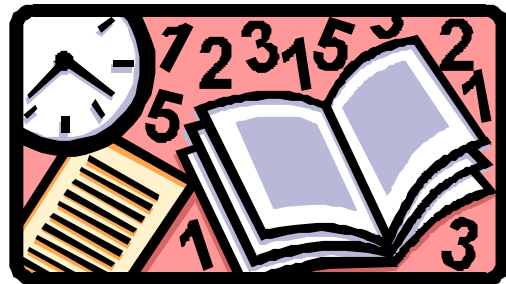
$$1345678 + 2678950 + 38265632 + 34567$$

=

【問題2】

$$876549 + 6543 + 123 + 2345567$$

=



ブлез・パスカル (Blaise Pascal 1623 - 1662)

パスカルは1623年6月19日にフランスのオーヴェルニュのクレモントで生まれた。

パスカルは、数学者であり、物理学者、哲学者でもあった。

有名な書物に『パンセ』がある。

その中の有名な言葉に・・・

アシ

「人間は一本の葦にすぎない。
自然のうちで最も弱いものである。
だが、それは考える葦である」

この言葉の意味は分かるかな？

「葦とは雑草のことである。

人間は葦にたとえられるような自然でも
っとも弱いものであるが、考えるという特
性を持っているとして、思考の偉大さを説
いたものである」という意味。



- 19歳 計算機を作ろうと思いついた。
計算機の仕組みを思いつき、設計図を描いた。
- 22歳 試作品 完成！！
- ・・・ 改良に改良をかさね、試作品をつくること
- 32歳 ようやく納得のいく計算機が完成。

50種類

パスカルは計算機の製作の苦心のために、健康をこわし、39歳の若さでなくなる。

【 数学を築いた天才たち、パスカル著作集別巻 】より

1 - 2 17 世紀当時の計算の方法に触れよう。

原典「LETTRE DEDICATOIRE AMONSEIGNEUR LE CHANCELIER*」を読もう。

パスカルは大法官閣下ピエール・セイギへ宛てて献上の手紙を書いた。これには、『趣意書』が添えられた。『趣意書』とは、計算機の操作法、構造、特徴を説明したもので、いわば商品売り込むための宣伝用パンフレットといった内容の文章である。

「献上の手紙」から抜粋したものである。

A MONSEIGNEUR LE CHANCELIER

MONSEIGNEUR,

Si le public reçoit quelque utilité de l'invention que j'ai trouvée pour faire toutes sortes de règles d'arithmétique par une manière aussi nouvelle que commode, il en aura plus d'obligation à Votre Grandeur qu'à mes petits efforts, puisque je ne me saurais vanter que de l'avoir conçue, et qu'elle doit absolument sa naissance à l'honneur de vos commandements. Les longueurs et les difficultés des moyens ordinaires dont on se sert m'ayant fait penser à quelque secours plus prompt et plus facile, pour me soulager dans les grands calculs où j'ai été occupé depuis quelques années en plusieurs affaires qui dépendent des emplois dont il vous a plu honorer mon père pour le service de sa Majesté en la haute Normandie, j'employai à cette recherche toute la connaissance que mon inclination et le travail de mes premières études m'ont fait acquérir dans les mathématiques; et après une profonde méditation, je reconnus que ce secours n'était pas impossible à trouver. Les lumières de la géométrie, de la physique et de la mécanique m'en fournirent le besoin, et m'assurèrent que l'usage en serait infailible si quelque ouvrier pouvait former l'instrument dont j'avais imaginé le modèle.

(以下省略)

「趣意書」から抜粋したものである。

AVIS

NÉCESSAIRE À CEUX QUI AURONT CURIOSITÉ DE VOIR LA MACHINE ARITHMÉTIQUE, ET DE S'EN SERVIR

Ami lecteur, cet avertissement servira pour te faire savoir que j'expose au public une petite machine de mon invention, par le moyen de laquelle seul tu pourras, sans peine quelconque, faire toutes les opérations de l'arithmétique, et te soulager du travail qui t'a souvent fatigué l'esprit, lorsque tu as opéré par le jeton ou par la plume:

~ 中略 ~

Car pour la simplicité du mouvement des opérations, j'ai fait en sorte qu'encore que les opérations de l'arithmétique soient en quelque façon opposées l'une à l'autre, comme l'addition à la soustraction et la multiplication à la division, néanmoins elles se pratiquent toutes sur cette machine par un seul et unique mouvement.

Pour la facilité de ce même mouvement des opérations, elle est toute apparente, en ce qu'il est aussi facile de faire mouvoir mille et dix mille roues tout à la fois, si elles y étaient, quoique toutes achèvent leur mouvement très parfait, que d'en faire mouvoir une seule (je ne sais si, après le principe sur lequel j'ai fondé cette facilité, il en reste un autre dans la nature). Que si tu veux, outre la facilité du mouvement de l'opération, savoir quelle est la facilité de l'opération même, c'est-à-dire la facilité qu'il y a en l'opération par cette machine, tu le peux, si tu prends la peine de la comparer avec les méthodes d'opérer par le jeton et par la plume. Tu sais comme, en opérant par le jeton, le calculateur (surtout lorsqu'il manque d'habitude) est souvent obligé, de peur de tomber en erreur, de faire une longue suite et extension de jetons, et comme la nécessité le contraint après d'abréger et de relever ceux qui se trouvent inutilement étendus; en quoi tu vois deux peines inutiles,

avec la perte de deux temps. Cette machine facilite et retranche en ses opérations tout ce superflu; le plus ignorant y trouve autant d'avantage que le plus expérimenté; l'instrument supplée au défaut de l'ignorance ou du peu d'habitude, et, par des mouvements nécessaires, il fait lui seul, sans même l'intention de celui qui s'en sert, tous les abrégés possibles à la nature, et à toutes les fois que les nombres s'y trouvent disposés. Tu sais de même comme, en opérant par la plume, on est à tous moments obligé de retenir ou d'emprunter les nombres nécessaires, et combien d'erreurs se glissent dans ces rétentions et emprunts à moins d'une très longue habitude et en outre d'une attention profonde et qui fatigue l'esprit en peu de temps. Cette machine délivre celui qui opère par elle de cette vexation; il suffit qu'il ait le jugement, elle le relève du défaut de la mémoire; et, sans rien retenir ni emprunter, elle fait d'elle-même ce qu'il désire, sans même qu'il y pense. Il y a cent autres facilités que l'usage fait voir, dont le discours pourrait être ennuyeux.

²²Quant à la commodité de ce mouvement, il suffit de dire qu'il est insensible, allant de la gauche à la droite, et imitant notre méthode vulgaire d'écrire, fors qu'il procède circulairement.

²³Et, enfin, quant à sa promptitude, elle paraît de même, en la comparant avec celle des autres deux méthodes du jeton et de la plume: et si tu veux encore une plus particulière explication de sa vitesse, je te dirai qu'elle est pareille à l'agilité de la main de celui qui opère: cette promptitude est fondée, non seulement sur la facilité des mouvements qui ne font aucune résistance, mais encore sur la petitesse des roues que l'on meut à la main, qui fait que, le chemin étant plus court, le moteur peut le parcourir en moins de temps; d'où il arrive encore cette commodité que, par ce moyen la machine se trouvant réduite en plus petit volume, elle en est plus maniable et portative.

(以下省略)

以下の日本語の文章は、左記に示した部分の日本語訳である。

(『パスカル全集 第 巻 人文書院 安井源治訳』から抜粋)

献辞

大法官閣下

算術のすべての規則をあたらしい便利な方法で遂行するために私の考え出しました発明から、もし世人がいくらでも便益をうけますならば、世人は私のささやかな努力にたいしてよりも、むしろ閣下にたいして感謝をささげることと存じます。私はただそれを考えたというにとどまり、その発明が生まれたのは閣下の御指図にもとづくからであります。閣下が私の父にお与えくだされましたノルマンディーにおける国王陛下への奉仕のための地位のゆえに、私がここ数年間たずさわってまいりましたかすかすの大きな計算を、通常の方法でおこなうことは、非常に時間もかかり困難でもありますので、なんとかしてそれを迅速容易にする補助手段を見つけ、この負担を軽くすることはできないものであろうかと思案しておりました。私は数学を愛好するものであり、また初歩の学習で数学についていくらかの知識をも持っておりますので、それらをすべてこの研究にささげました。そして、深く考えましたすえ、そのような補助手段は不可能でないことを知りました。幾何学と物理学と機械工学の知識によって、私はこの構想を得ることができました。なおまた、どこかの職人が私の考案した模型にしたがってこの装置を製作してくれるならば、この器械は誰でもまちがいなしに使用できるであろうことも、明らかになりました。(以下省略)

報告

この計算機を見、かつ使用せんとする興味を有せらるる諸氏に必要。

親愛なる読者諸君

私は、私の発明による一つの小さい器械を公開することを、この案内によってお知らせいたします。この器械さえ用いられれば何らの苦勞なしに算術のあらゆる計算ができるのでありまして、かぞえ札 や 筆算 によるときしばしば精神を疲労させるところの労働を軽減することが可能であります。

～ 中略 ～

運算操作の容易さ以外に、運算そのものの容易さがどんなものであるか、すなわちこの器械による運算の容易さがどんなものであるかを知りたいと思われるならば、どうか、かぞえ札による方法および筆算法 と比較する勞をとっていただきたい。

かぞえ札 を用いる場合、計算者(ことに不慣れな人)は誤算をふせぐために かぞえ札 を長々とならべなければならず、またその後で必要にせまられていたずらに長くなればられた かぞえ札 をちぢめて元どおりにしなければならぬことは、御承知のとおりであります。これによって、二つのむだな苦勞と、二つの時間的損失とがみとめられます。しかるにこの器械を用いれば、計算が容易におこなわれ、右(ここでは上のこと)のようなむだはすっかり省かれます。きわめて初心のかたも熟練したかたも、この器械によって同じだけの利便を得られます。この器械は無知識または不熟練の欠陥をも補ってくれます。そして、確実な動作によって自動的に、使用者の意志をすら必要とすることなく、およそ自然にとって可能ないっさいの要約を、数がそのような要約に適當しているかぎり、おこなうのであります。筆算 の場合も かぞえ札 と同様でありまして、御承知のようにたえず必要な数を送ったり借りたりしなければなりません。それで、よほどの熟練と、加うるに精神をたちまちに疲労させるはげしい注意力とを伴わぬかぎり、この送ったり借りたりする操作の途中でいかに多くの誤謬がまぎれこむことでありましょう。この器械によって計算する人は、かかる苦しみから免れることができます。この器械の使用者にはただ判断力さえあればよく、記憶力の不十分は器械が補ってくれます。すなわちこの器械の使用者の欲するところをまったく自動的におこなうので、使用者は送ることも借りることも考えることすらも不要であります。そのほかにも、かすかすの便利がありますが、実際に御使用になればおのずから判断することで、いちいち説明することは貴下にとってわずらわしいでありましょう。

この器械の操作の便利さについては、左から右へと進むようになっており、われわれがふつうに文字をかくのとおなじ方式に則っているので(この運動が円形に進行する点は別として)きわめて自然である、とだけ言っておけばいいでしょう。

さて、計算の迅速さについても、やはり前記の二方法、すなわちかぞえ札 による方法や 筆算法 とは比較にならない。この器械の迅速度についてもっと立ちいった説明をおもめになりますならば、この速度は器械を操作する計算者の手の敏活さに対応するといっておきましょう。そして、この迅速さは、ひとつには使用者になんらの抵抗を与えない操作の容易さによるのですが、そればかりでなく使用者が回転させる車輪の小形なことにももついています。すなわち走行距離がみじかければみじかいほど動体はわずかな時間で走れるわけで、さらにこの点から派生する利益として、この器械はいっそう小形につくられ、かくしていっそう取り扱いや携帯に便利になりました。

1 - 3 パスカルはなぜ計算機を発明したのでしょうか？



19歳の時、パスカルは父の仕事を手助けしたい、父の仕事を軽減してあげたいと思い、計算機を作りました。パスカルの父の仕事は人々から税金を集めるものでした。この税金を集める仕事は、納税者（税金を払う人）との人間関係の調整にずいぶん心労を要するものでした。そこでパスカルは、面倒なお金の計算の手間だけでも省くことができる手段はないものかと考えたわけです。

また、税の割り当てには非常にわずらわしい計算が伴いました。17世紀当時のフランスの通貨単位はリーブル、ソル、ドゥニエであり、1リーブルが20ソル、1ソルが12ドゥニエでした。ゆえに、計算は複雑なものとなったのでした。こういう実際面の不便から、パスカルは計算機を発明しようと考えたのでした。

1 4 パスカルの計算機で何ができるのでしょうか？

ダイヤルを回して、たし算やひき算ができる

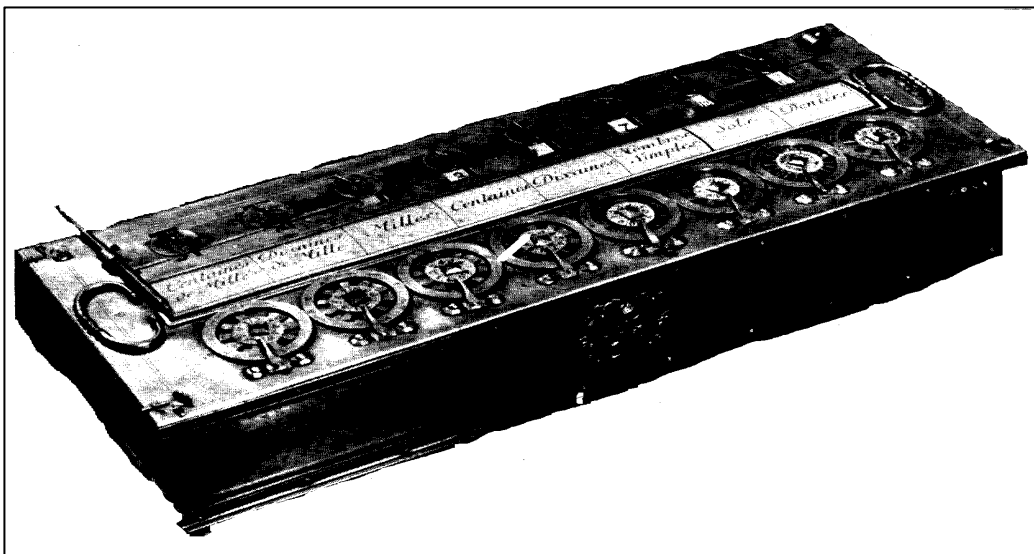
“ 繰り上げ（繰り下げ） ” が自動的にできる。

計算の結果を文字盤に表示することができる。

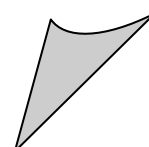
税の計算ができる。

資料

1

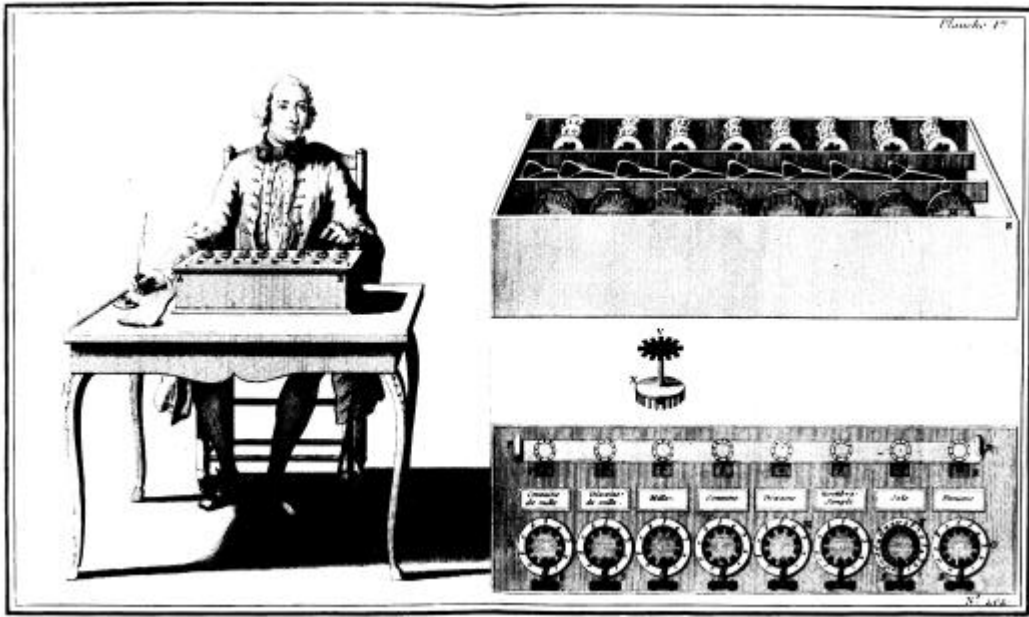


【メモ欄】



1 - 5 パスカルの計算機の仕組みを知ろう。

資料
2



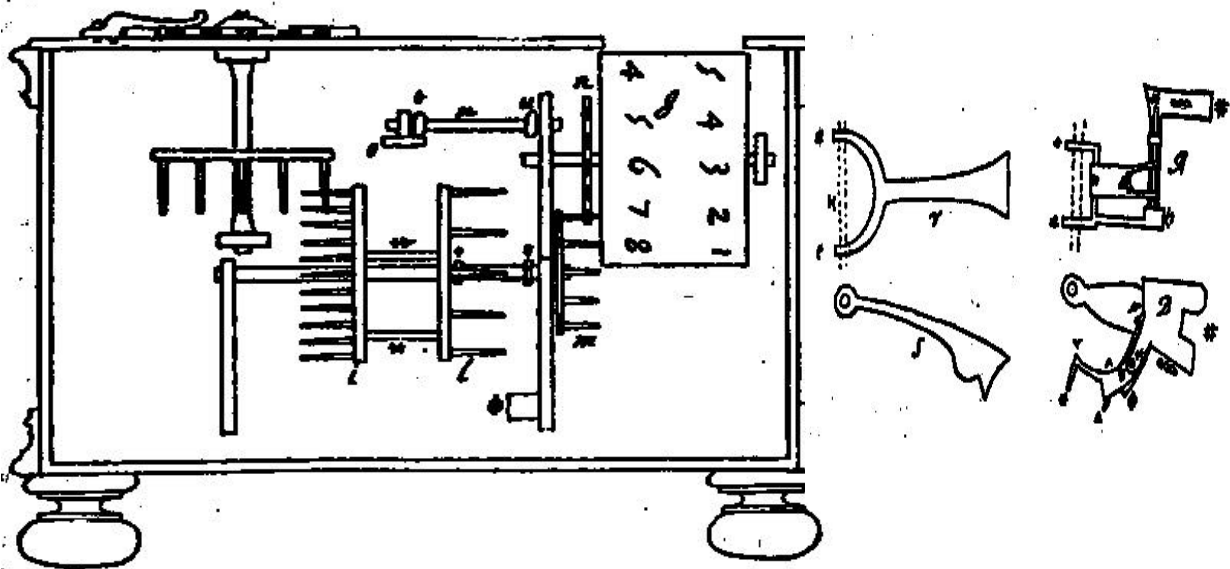
使用中のパスカルの計算機

【世界科学史百科図鑑】より

パスカルの計算機の内部

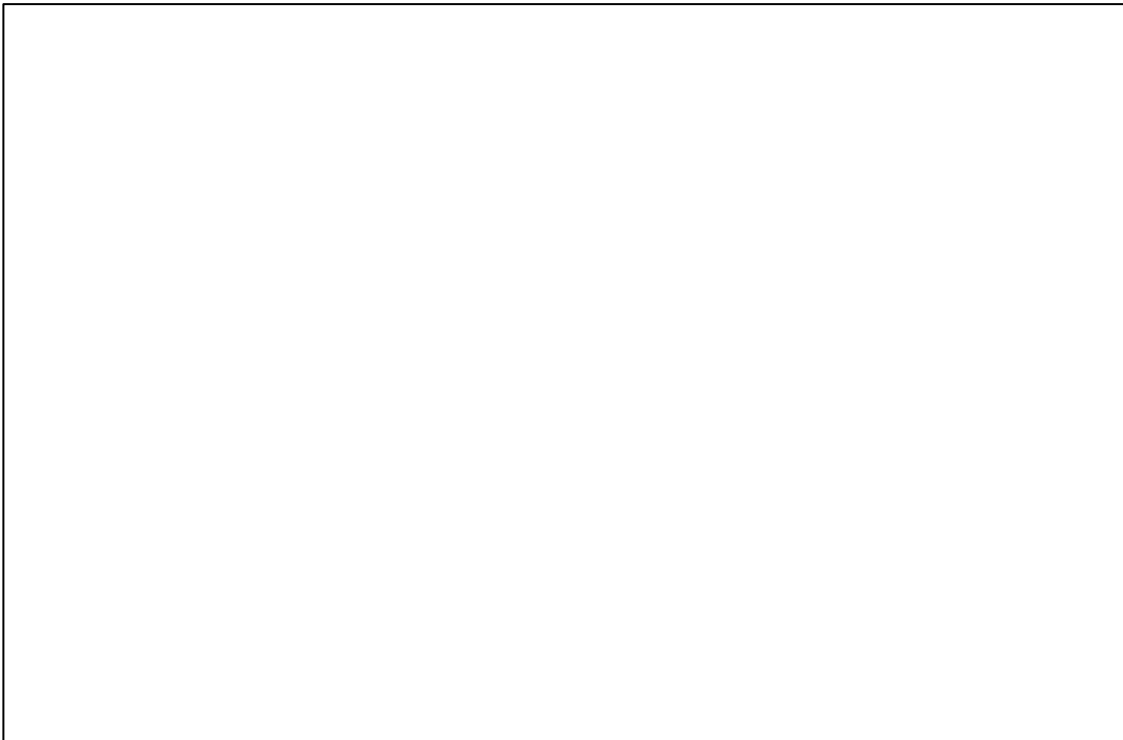
資料

3 ダイヤル

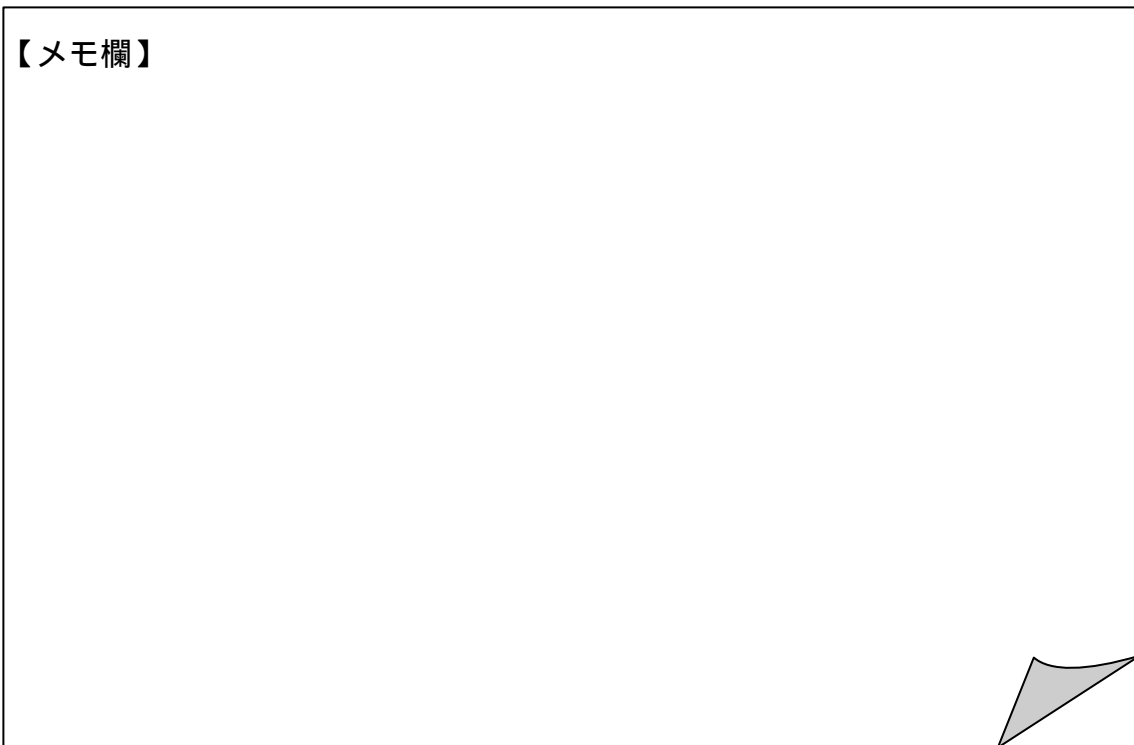


【出典 CEUVRES COMPLETES】

< 計算機の内部の仕組みを考えてみよう >



【メモ欄】



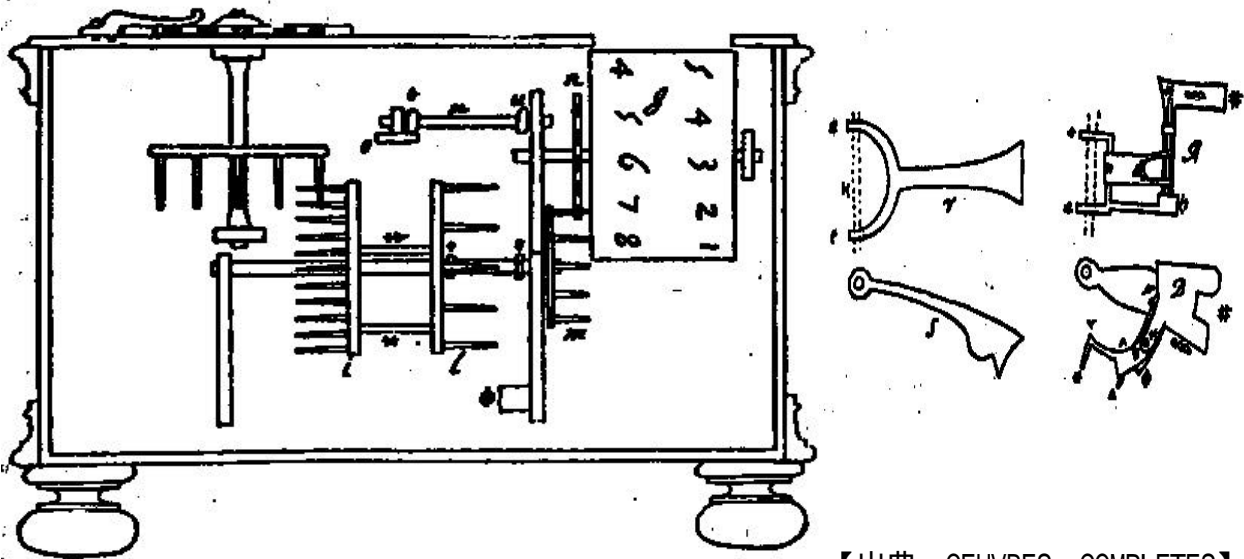
< 計算機の構造 >

歯車には、これに歯車が、本体内部で直角にまじわって、かみ合い、歯車が回転すると、歯車と垂直な方向に歯車はまわりだす。
また、歯車の軸は長く延びその先端には数字表示円筒が固定されている。この数字表示円筒の表面には上下二段に0~9の数字が書かれた紙がはられている。この上下二段の数字は9の補数の組み合わせ（上下の数を合わせると9になる）となっている。このため、加算には下段、引き算には上段の列の数を用いる。

【 計算機歴史物語 内山 昭著 】より

- 1 パスカルの計算機は、“繰越し”と称させる10の移行が自動的に実行される。数が9に近づくと重い歯止めが緩やかに起き上がる。9に1が加えられ、9から0になるときに歯止めが解除され、落ちるときに次のより高い次元に1を移す。
- 2 パスカルの計算機は、最終的な結果が文字盤に記録させる。

資料4
ダイヤル



【出典 CEUVRES COMPLETES】

2

ライプニッツが発明した計算機

2 - 0 前回の復習

パスカルの計算機は・・・

たし算とひき算の計算は計算機で直接計算できたが、
かけ算やわり算は直接計算できなかった。

ライプニッツは、たし算やひき算だけでなく、かけ算やわり算も
直接計算できるような計算機を発明した。

2 1 人物紹介

ゴットフリート・ヴィルヘルム・ライプニッツ
(**Godefrroi Guillaume Leibnitz 1646 - 1716**)

ライプニッツは 1646 年 7 月 1 日ドイツのライプチヒで生まれた。

万能の天才

数学者としても有名だが、
それと同様に哲学者としても有名。
そして、それ以外にも法学、政治学、
神学、歴史学、論理学、物理学など広
い分野で活躍した人だった。



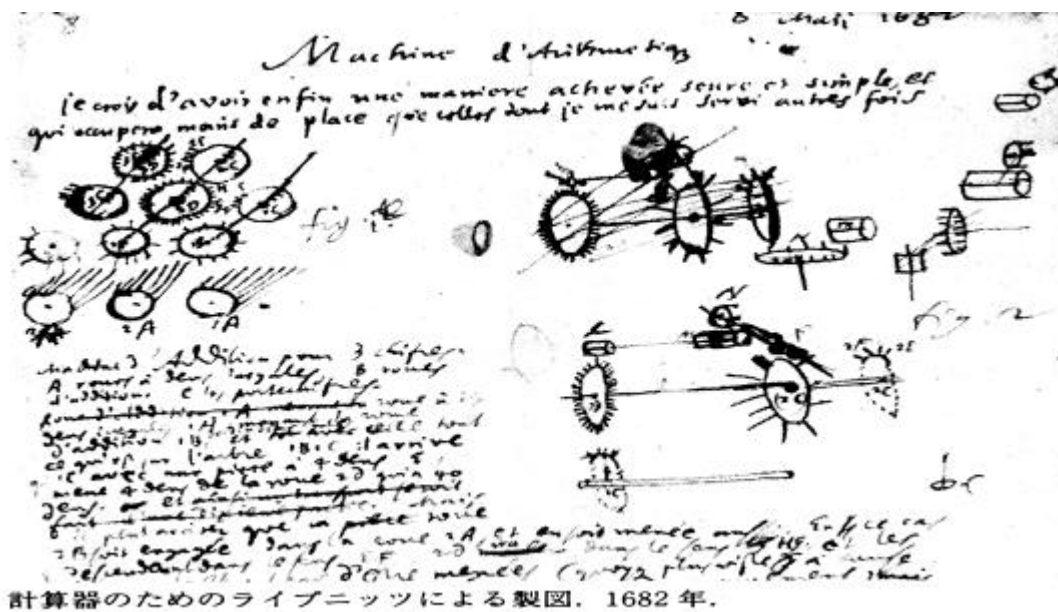
2 - 2 ライプニッツが発明した計算機

資料 5



【 <http://www.kahaku.go.jp/special/past/jyoho/ipix/3/1/03.html> 】より

資料 6



【『その思想と生涯より ライプニッツ』P.フィンスター・G.フィンデンホイフェル 沢田茂監修】より