

数 理 科 学

2008 年秋学期@中部大学

Sakaé Fuchino (梶野 昌)

中部大学 (Chubu Univ.)

`fuchino@isc.chubu.ac.jp`

`http://pauli.isc.chubu.ac.jp/~fuchino/`

2008 年 12 月 11 日 (第 12 回 目) の 講 義 (December 22, 2008 (16:36) 版)

このスライドは p_LA_TE_X + beamer class で作成しています。



フェルメール (Johannes Vermeer, 1632 年 (寛永 9 年) - 1675 年 (延宝 3 年)):

『真珠の耳飾りの少女』 (1665 年頃)

- [1] M.Braun, *Differential Equations and Their Applications*, Springer (1978).
- [2] [1] の日本語訳:
微分方程式—その数学と応用 (上/下), M. ブラウン (著),
一楽 重雄, 河原 雅子, 河原 正治, 一楽 祥子 (翻訳), シュプ
リンガー・フェアラーク東京 (2001/03).
- [3] Wikipedia: フェルメール, ハン・ファン・メーヘレン の各項
目の英語版

- [1] M.Braun, *Differential Equations and Their Applications*, Springer (1978).
- [2] [1] の日本語訳:
微分方程式—その数学と応用 (上/下), M. ブラウン (著),
一楽 重雄, 河原 雅子, 河原 正治, 一楽 祥子 (翻訳), シュ
プリンガー・フェアラーク東京 (2001/03).
- [3] Wikipedia: フェルメール, ハン・ファン・メーヘレン の各項目の英語版

第二次世界大戦でベルギーがドイツの占領から解放された後、オランダ人のナチスの協力者狩りが行われた。この一掃作戦において、ドイツに芸術品を多数売っていたある会社の帳簿に（ドイツ国家上位元帥）ゲーリングに「キリストと不貞な女」という（17世紀オランダの有名な画家である）フェルメールによる絵画の売却で仲介役をしていた銀行家の名前が浮上した。

銀行家は、オランダ人のファン・メーヘレン という名前の三流画家がこの取り引きでの絵画の売り主であることを事情聴取で自白したので、1945年5月29日に、このファン・メーヘレンが敵国との共謀の容疑で逮捕された。

ところが、1945年の6月12日に、獄中のファン・メーヘレンは、フェルメールの絵ををゲーリングに売却したりはしていなくて、この絵も、有名な『エマオのキリストと使徒たち』や他のいくつかのフェルメールや他の有名な画家の作とされている絵も彼の偽作である、と主張して世間を驚かせた。

第二次世界大戦でベルギーがドイツの占領から解放された後、オランダ人のナチスの協力者狩りが行われた。この一掃作戦において、ドイツに芸術品を多数売っていたある会社の帳簿に（ドイツ国家上位元帥）ゲーリングに「キリストと不貞な女」という（17世紀オランダの有名な画家である）フェルメールによる絵画の売却で仲介役をしていた銀行家の名前が浮上した。

銀行家は、オランダ人のファン・メーヘン という名前の三流画家がこの取り引きでの絵画の売り主であることを事情聴取で自白したので、1945年5月29日に、このファン・メーヘンが敵国との共謀の容疑で逮捕された。

ところが、1945年の6月12日に、獄中のファン・メーヘンは、フェルメールの絵ををゲーリングに売却したりはしていなくて、この絵も、有名な『エマオのキリストと使徒たち』や他のいくつかのフェルメールや他の有名な画家の作とされている絵も彼の偽作である、と主張して世間を驚かせた。

第二次世界大戦でベルギーがドイツの占領から解放された後、オランダ人のナチスの協力者狩りが行われた。この一掃作戦において、ドイツに芸術品を多数売っていたある会社の帳簿に（ドイツ国家上位元帥）ゲーリングに「キリストと不貞な女」という（17世紀オランダの有名な画家である）フェルメールによる絵画の売却で仲介役をしていた銀行家の名前が浮上した。

銀行家は、オランダ人のファン・メーヘン という名前の三流画家がこの取り引きでの絵画の売り主であることを事情聴取で自白したので、1945年5月29日に、このファン・メーヘンが敵国との共謀の容疑で逮捕された。

ところが、1945年の6月12日に、獄中のファン・メーヘンは、フェルメールの絵ををゲーリングに売却したりはしていなくて、この絵も、有名な『エマオのキリストと使徒たち』や他のいくつかのフェルメールや他の有名な画家の作とされている絵も彼の偽作である、と主張して世間を驚かせた。

罪から逃れるために嘘をついているだけだと考える人が少なくなかったので、自分の言ったことが正しいことを証明するために、ファン・メーヘレンは獄中でフェルメールの「パリサイ人の中のキリスト」の偽造をはじめたのだった。

どんなにうまくフェルメールの偽造ができるかを彼の主張を疑っている人々に示す、というのが彼の意図だったのだが、この作業の途中で、容疑が敵国との共謀から偽造罪に変わったことを知って、ファン・メーヘレンは、絵を、古く見せる偽装を行なって完成させることを拒否した。仕上げのテクニクを知られることで足がつくのを恐れたからであった。

この偽造の問題を解決するために、著名な化学者や物理学者、それに芸術史家からなる国際的な調査委員会が設けられた。調査委員会は、これらの絵画のレントゲン写真をとり、用いられた絵の具の組成や絵画の古くなり具合について調べた。

罪から逃れるために嘘をついているだけだと考える人が少なくなかった。自分の言ったことが正しいことを証明するために、ファン・メーヘレンは獄中でフェルメールの「パリサイ人の中のキリスト」の偽造をはじめたのだ。

どんなにうまくフェルメールの偽造ができるかを彼の主張を疑っている人々に示す、というのが彼の意図だったのだが、この作業の途中で、容疑が敵国との共謀から偽造罪に変わったことを知って、ファン・メーヘレンは、絵を、古く見せる偽装を行なって完成させることを拒否した。仕上げのテクニックを知られることで足がつくのを恐れたからであった。

この偽造の問題を解決するために、著名な化学者や物理学者、それに芸術史家からなる国際的な調査委員会が設けられた。調査委員会は、これらの絵画のレントゲン写真をとり、用いられた絵の具の組成や絵画の古くなり具合について調べた。

罪から逃れるために嘘をついているだけだと考える人が少なくなかった。自分の言ったことが正しいことを証明するために、ファン・メーヘレンは獄中でフェルメールの「パリサイ人の中のキリスト」の偽造をはじめたのだ。

どんなにうまくフェルメールの偽造ができるかを彼の主張を疑っている人々に示す、というのが彼の意図だったのだが、この作業の途中で、容疑が敵国との共謀から偽造罪に変わったことを知って、ファン・メーヘレンは、絵を、古く見せる偽装を行なって完成させることを拒否した。仕上げのテクニクを知られることで足がつくのを恐れたからであった。

この偽造の問題を解決するために、著名な化学者や物理学者、それに芸術史家からなる国際的な調査委員会が設けられた。調査委員会は、これらの絵画のレントゲン写真をとり、用いられた絵の具の組成や絵画の古くなり具合について調べた。

罪から逃れるために嘘をついているだけだと考える人が少なくなかった。自分の言ったことが正しいことを証明するために、ファン・メーヘレンは獄中でフェルメールの「パリサイ人の中のキリスト」の偽造をはじめたのだ。

どんなにうまくフェルメールの偽造ができるかを彼の主張を疑っている人々に示す、というのが彼の意図だったのだが、この作業の途中で、容疑が敵国との共謀から偽造罪に変わったことを知って、ファン・メーヘレンは、絵を、古く見せる偽装を行なって完成させることを拒否した。仕上げのテクニクを知られることで足がつくのを恐れたからであった。

この偽造の問題を解決するために、著名な化学者や物理学者、それに芸術史家からなる国際的な調査委員会が設けられた。調査委員会は、これらの絵画のレントゲン写真をとり、用いられた絵の具の組成や絵画の古くなり具合について調べた。

ファン・メーヘレンはこのような調査をされることは最初から予測していて、そのような方法で偽作がばれないような方策をとっていた。

彼は、価値のない古い絵画のキャンバスから絵の具をけずり取って、これを使ってフェルメールとできるだけ同じ画材を使う工夫をしていた。もちろん古い絵の具はすっかり固くなっているので、これを普通に溶かすことはできない。そこで、彼はフェノル・フォルムアルデヒドを用いて溶かしていた。しかし、出来上がった絵をオープンであぶると、このアルデヒドはベークライトになって固まるのだった。

しかし、いくつかの絵画では、ファン・メーヘレンはそれほど注意深く作業をしていなかったもので、専門家委員会は、現代の画材であるコバルトブルーを検出することができた。しかも、いくつかの絵画では、19世紀の終りまでは使われることがなかったフェノルフォルム・アルデヒドも検出された。

ファン・メーヘレンはこのような調査をされることは最初から予測していて、そのような方法で偽作がばれないような方策をとっていた。

彼は、価値のない古い絵画のキャンバスから絵の具をけずり取って、これを使ってフェルメールとできるだけ同じ画材を使う工夫をしていた。もちろん古い絵の具はすっかり固くなっているので、これを普通に溶かすことはできない。そこで、彼はフェノル・フォルムアルデヒドを用いて溶かしていた。しかし、出来上がった絵をオープンであぶると、このアルデヒドはベークライトになって固まるのだった。

しかし、いくつかの絵画では、ファン・メーヘレンはそれほど注意深く作業をしていなかったもので、専門家委員会は、現代の画材であるコバルトブルーを検出することができた。しかも、いくつかの絵画では、19世紀の終りまでは使わることがなかったフェノルフォルム・アルデヒドも検出された。

ファン・メーヘレンはこのような調査をされることは最初から予測していて、そのような方法で偽作がばれないような方策をとっていた。

彼は、価値のない古い絵画のキャンバスから絵の具をけずり取って、これを使ってフェルメールとできるだけ同じ画材を使う工夫をしていた。もちろん古い絵の具はすっかり固くなっているので、これを普通に溶かすことはできない。そこで、彼はフェノル・フォルムアルデヒドを用いて溶かしていた。しかし、出来上がった絵をオープンであぶると、このアルデヒドはベークライトになって固まるのだった。

しかし、いくつかの絵画では、ファン・メーヘレンはそれほど注意深く作業をしていなかったもので、専門家委員会は、現代の画材であるコバルトブルーを検出することができた。しかも、いくつかの絵画では、19世紀の終りまでは使われることがなかったフェノルフォルム・アルデヒドも検出された。

ファン・メーヘレンはこのような調査をされることは最初から予測していて、そのような方法で偽作がばれないような方策をとっていた。

彼は、価値のない古い絵画のキャンバスから絵の具をけずり取って、これを使ってフェルメールとできるだけ同じ画材を使う工夫をしていた。もちろん古い絵の具はすっかり固くなっているので、これを普通に溶かすことはできない。そこで、彼はフェノル・フォルムアルデヒドを用いて溶かしていた。しかし、出来上がった絵をオープンであぶると、このアルデヒドはベークライトになって固まるのだった。

しかし、いくつかの絵画では、ファン・メーヘレンはそれほど注意深く作業をしていなかったもので、専門家委員会は、現代の画材であるコバルトブルーを検出することができた。しかも、いくつかの絵画では、19世紀の終りまでは使われないことがなかったフェノルフォルム・アルデヒドも検出された。

結局、ファン・メーヘレンは偽造罪で1年の禁固刑に処された。
ファン・メーヘレンは、この刑期中の1947年12月30日に心臓麻痺でなくなっている。

ところが、このように専門家委員会からの沢山の証拠が揃っていたにもかかわらず、『エマオのキリストと使徒たち』に関しては、多くの人が、これが偽作ではない、という信念を変えなかった。その論拠は、他の偽作と言われている絵画がすべて芸術絵画として駄作だったのに、この作品だけはそうではなかったことであつた。

彼等は『エマオのキリストと使徒たち』を描いたのと同じ芸術家が、そのような駄作を描くはずはない、と主張したのだった。しかも、著名な芸術史研究家のA. ブレディウスがこの『エマオのキリストと使徒たち』は正真正銘フェルメールの作であると断言していたし、レンブラント協会はこの絵画を170 000ドルで購入していて、この絵が偽物ということになると面子のつぶれる人が少なくなかったのである。

結局、ファン・メーヘレンは偽造罪で1年の禁固刑に処された。
ファン・メーヘレンは、この刑期中の1947年12月30日に心臓麻痺でなくなっている。

ところが、このように専門家委員会からの沢山の証拠が揃っていたにもかかわらず、『エマオのキリストと使徒たち』に関しては、多くの人が、これが偽作ではない、という信念を変えなかった。その論拠は、他の偽作と言われている絵画がすべて芸術絵画として駄作だったのに、この作品だけはそうではなかったことであつた。

彼等は『エマオのキリストと使徒たち』を描いたのと同じ芸術家が、そのような駄作を描くはずはない、と主張したのだった。しかも、著名な芸術史研究家のA. ブレディウスがこの『エマオのキリストと使徒たち』は正真正銘フェルメールの作であると断言していたし、レンブラント協会はこの絵画を170 000ドルで購入していて、この絵が偽物ということになると面子のつぶれる人が少なくなかったのである。

結局、ファン・メーヘレンは偽造罪で1年の禁固刑に処された。
ファン・メーヘレンは、この刑期中の1947年12月30日に心臓麻痺でなくなっている。

ところが、このように専門家委員会からの沢山の証拠が揃っていたにもかかわらず、『エマオのキリストと使徒たち』に関しては、多くの人が、これが偽作ではない、という信念を変えなかった。その論拠は、他の偽作と言われている絵画がすべて芸術絵画として駄作だったのに、この作品だけはそうではなかったことであつた。

彼等は『エマオのキリストと使徒たち』を描いたのと同じ芸術家が、そのような駄作を描くはずはない、と主張したのだった。しかも、著名な芸術史研究家のA. ブレディウスがこの『エマオのキリストと使徒たち』は正真正銘フェルメールの作であると断言していたし、レンブラント協会はこの絵画を170 000ドルで購入していて、この絵が偽物ということになると面子のつぶれる人が少なくなかったのである。

結局、ファン・メーヘレンは偽造罪で1年の禁固刑に処された。
ファン・メーヘレンは、この刑期中の1947年12月30日に心臓麻痺でなくなっている。

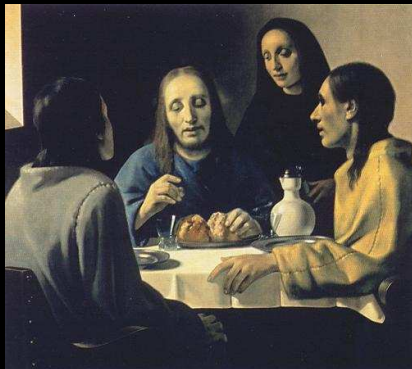
ところが、このように専門家委員会からの沢山の証拠が揃っていたにもかかわらず、『エマオのキリストと使徒たち』に関しては、多くの人が、これが偽作ではない、という信念を変えなかった。その論拠は、他の偽作と言われている絵画がすべて芸術絵画として駄作だったのに、この作品だけはそうではなかったことであつた。

彼等は『エマオのキリストと使徒たち』を描いたのと同じ芸術家が、そのような駄作を描くはずはない、と主張したのだった。しかも、著名な芸術史研究家のA. ブレディウスがこの『エマオのキリストと使徒たち』は正真正銘フェルメールの作であると断言していたし、レンブラント協会はこの絵画を170 000ドルで購入していて、この絵が偽物ということになると面子のつぶれる人が少なくなかったのである。

結局、ファン・メーヘレンは偽造罪で1年の禁固刑に処された。
ファン・メーヘレンは、この刑期中の1947年12月30日に心臓麻痺でなくなっている。

ところが、このように専門家委員会からの沢山の証拠が揃っていたにもかかわらず、『エマオのキリストと使徒たち』に関しては、多くの人が、これが偽作ではない、という信念を変えなかった。その論拠は、他の偽作と言われている絵画がすべて芸術絵画として駄作だったのに、この作品だけはそうではなかったことであつた。

彼等は『エマオのキリストと使徒たち』を描いたのと同じ芸術家が、そのような駄作を描くはずはない、と主張したのだった。しかも、著名な芸術史研究家のA. ブレディウスがこの『エマオのキリストと使徒たち』は正真正銘フェルメールの作であると断言していたし、レンブラント協会はこの絵画を170 000ドルで購入していて、この絵が偽物ということになると面子のつぶれる人が少なくなかったのである。



ハン・ファン・メーヘレン (Han van Meegeren、1889 年 (明治 22 年) - 1947 年 (昭和 22 年))

『エマオのキリストと使徒たち』(Wikipedia にリンクされた画像ファイル)

これに対して、調査委員会は、ファン・メーヘレンは『エマオのキリストと使徒たち』を描いたときには、芸術界で認められていなかった自分が三流画家などではないことを世に知らしめるために本気になって描いたが、これがうまく売りさばけると、味をしめて、他の作では適当に手をぬいたのだろう、と主張した。

しかし、決定的な科学的証拠がなければ、偽作説を受け入れない人々の意見を変えることはできなかった。

そのような決定的な科学的な証拠は、1967年になって、やっと、カーネギーメロン大学（アメリカ、ピッツバーグ／オハイオ）の科学者たちによって得られている。

ここで用いられたのが、放射性物質による年代測定であった。

これに対して、調査委員会は、ファン・メーヘレンは『エマオのキリストと使徒たち』を描いたときには、芸術界で認められていなかった自分が三流画家などではないことを世に知らしめるために本気になって描いたが、これがうまく売りさばけると、味をしめて、他の作では適当に手をぬいたのだろう、と主張した。

しかし、決定的な科学的証拠がなければ、偽作説を受け入れない人々の意見を変えることはできなかった。

そのような決定的な科学的な証拠は、1967年になって、やっと、カーネギーメロン大学（アメリカ、ピッツバーグ／オハイオ）の科学者たちによって得られている。

ここで用いられたのが、放射性物質による年代測定であった。

これに対して、調査委員会は、ファン・メーヘレンは『エマオのキリストと使徒たち』を描いたときには、芸術界で認められていなかった自分が三流画家などではないことを世に知らしめるために本気になって描いたが、これがうまく売りさばけると、味をしめて、他の作では適当に手をぬいたのだろう、と主張した。

しかし、決定的な科学的証拠がなければ、偽作説を受け入れない人々の意見を変えることはできなかった。

そのような決定的な科学的な証拠は、1967年になって、やっと、カーネギーメロン大学（アメリカ、ピッツバーグ／オハイオ）の科学者たちによって得られている。

ここで用いられたのが、放射性物質による年代測定であった。

これに対して、調査委員会は、ファン・メーヘレンは『エマオのキリストと使徒たち』を描いたときには、芸術界で認められていなかった自分が三流画家などではないことを世に知らしめるために本気になって描いたが、これがうまく売りさばけると、味をしめて、他の作では適当に手をぬいたのだろう、と主張した。

しかし、決定的な科学的証拠がなければ、偽作説を受け入れない人々の意見を変えることはできなかった。

そのような決定的な科学的な証拠は、1967年になって、やっと、カーネギーメロン大学（アメリカ、ピッツバーグ／オハイオ）の科学者たちによって得られている。

ここで用いられたのが、放射性物質による年代測定であった。

これに対して、調査委員会は、ファン・メーヘレンは『エマオのキリストと使徒たち』を描いたときには、芸術界で認められていなかった自分が三流画家などではないことを世に知らしめるために本気になって描いたが、これがうまく売りさばけると、味をしめて、他の作では適当に手をぬいたのだろう、と主張した。

しかし、決定的な科学的証拠がなければ、偽作説を受け入れない人々の意見を変えることはできなかった。

そのような決定的な科学的な証拠は、1967年になって、やっと、カーネギーメロン大学（アメリカ、ピッツバーグ／オハイオ）の科学者たちによって得られている。

ここで用いられたのが、放射性物質による年代測定であった。

放射性物質による年代測定 数理学・フェルメールの偽作 (10/12)

絵の具に含まれる鉛の同位元素 鉛₂₁₀ は、絵の具がキャンバスに固定されると（自然のサイクルから隔離されるので）核分裂により減少してゆく。

したがって、この含有量を調べることで絵が描かれてからの時間が推定できる。

$N(t)$ で、絵が描かれてから時間 t がたったときの 鉛₂₁₀ の含有量をあらわすことにする。核分裂は連鎖反発的におこるので、 $N(t)$ の時刻 t における（瞬間）変化速度は $N(t)$ に比例する。

この比例定数を $-\lambda$ とする（ $N(t)$ は時間とともに減少するので、速度は負の数になることに注意）。 $N(t)$ の時刻 t における（瞬間）変化速度を $\frac{dN(t)}{dt}$ と書くと、

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda N(t)$$

放射性物質による年代測定 数理学・フェルメールの偽作 (10/12)

絵の具に含まれる鉛の同位元素 鉛₂₁₀ は、絵の具がキャンバスに固定されると（自然のサイクルから隔離されるので）核分裂により減少してゆく。

したがって、この含有量を調べることで絵が描かれてからの時間が推定できる。

$N(t)$ で、絵が描かれてから時間 t がたったときの 鉛₂₁₀ の含有量をあらわすことにする。核分裂は連鎖反発的におこるので、 $N(t)$ の時刻 t における（瞬間）変化速度は $N(t)$ に比例する。

この比例定数を $-\lambda$ とする（ $N(t)$ は時間とともに減少するので、速度は負の数になることに注意）。 $N(t)$ の時刻 t における（瞬間）変化速度を $\frac{dN(t)}{dt}$ と書くと、

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda N(t)$$

放射性物質による年代測定 数理学・フェルメールの偽作 (10/12)

絵の具に含まれる鉛の同位元素 鉛₂₁₀ は、絵の具がキャンバスに固定されると（自然のサイクルから隔離されるので）核分裂により減少してゆく。

したがって、この含有量を調べることで絵が描かれてからの時間が推定できる。

$N(t)$ で、絵が描かれてから時間 t がたったときの 鉛₂₁₀ の含有量をあらわすことにする。核分裂は連鎖反的におこるので、 $N(t)$ の時刻 t における（瞬間）変化速度は $N(t)$ に比例する。

この比例定数を $-\lambda$ とする（ $N(t)$ は時間とともに減少するので、速度は負の数になることに注意）。 $N(t)$ の時刻 t における（瞬間）変化速度を $\frac{dN(t)}{dt}$ と書くと、

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda N(t)$$

放射性物質による年代測定 数理学・フェルメールの偽作 (10/12)

絵の具に含まれる鉛の同位元素 鉛₂₁₀ は、絵の具がキャンバスに固定されると（自然のサイクルから隔離されるので）核分裂により減少してゆく。

したがって、この含有量を調べることで絵が描かれてからの時間が推定できる。

$N(t)$ で、絵が描かれてから時間 t がたったときの 鉛₂₁₀ の含有量をあらわすことにする。核分裂は連鎖反発的におこるので、 $N(t)$ の時刻 t における（瞬間）変化速度は $N(t)$ に比例する。

この比例定数を $-\lambda$ とする（ $N(t)$ は時間とともに減少するので、速度は負の数になることに注意）。 $N(t)$ の時刻 t における（瞬間）変化速度を $\frac{dN(t)}{dt}$ と書くと、

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda N(t)$$

$N(t)$ の時刻 t における (瞬間) 変化速度を $\frac{dN(t)}{dt}$ と書くと,

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda N(t)$$

このようなタイプの方程式を **微分方程式** とよぶ。これまでの方程式が、変数が未知の数を表していたのに対し、微分方程式の未知変数 N は関数を表すことに注意する。

時刻 0 (つまり絵が描かれた時刻) の鉛₂₁₀ の含有率を N_0 とする。 $N(0) = N_0$ である (**初期条件**) 。

上の 2 つの式を満たす関数 $N(t)$ は一意に求まる:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

微分方程式

$N(t)$ の時刻 t における（瞬間）変化速度を $\frac{dN(t)}{dt}$ と書くと、

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda N(t)$$

このようなタイプの方程式を **微分方程式** とよぶ。これまでの方程式が、変数が未知の数を表していたのに対し、微分方程式の未知変数 N は関数を表すことに注意する。

時刻 0（つまり絵が描かれた時刻）の鉛₂₁₀ の含有率を N_0 とする。 $N(0) = N_0$ である（**初期条件**）。

上の2つの式を満たす関数 $N(t)$ は一意に求まる：

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

微分方程式

$N(t)$ の時刻 t における (瞬間) 変化速度を $\frac{dN(t)}{dt}$ と書くと,

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda N(t)$$

このようなタイプの方程式を **微分方程式** とよぶ。これまでの方程式が、変数が未知の数を表していたのに対し、微分方程式の未知変数 N は関数を表すことに注意する。

時刻 0 (つまり絵が描かれた時刻) の鉛₂₁₀ の含有率を N_0 とする。 $N(0) = N_0$ である (**初期条件**) 。

上の2つの式を満たす関数 $N(t)$ は一意に求まる:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

微分方程式

$N(t)$ の時刻 t における (瞬間) 変化速度を $\frac{dN(t)}{dt}$ と書くと,

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda N(t)$$

このようなタイプの方程式を **微分方程式** とよぶ。これまでの方程式が、変数が未知の数を表していたのに対し、微分方程式の未知変数 N は関数を表すことに注意する。

時刻 0 (つまり絵が描かれた時刻) の鉛₂₁₀ の含有率を N_0 とする。 $N(0) = N_0$ である (**初期条件**) 。

上の 2 つの式を満たす関数 $N(t)$ は一意に求まる:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

微分方程式

$N(t)$ の時刻 t における (瞬間) 変化速度を $\frac{dN(t)}{dt}$ と書くと,

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda N(t)$$

このようなタイプの方程式を **微分方程式** とよぶ。これまでの方程式が、変数が未知の数を表していたのに対し、微分方程式の未知変数 N は関数を表すことに注意する。

時刻 0 (つまり絵が描かれた時刻) の鉛₂₁₀ の含有率を N_0 とする。 $N(0) = N_0$ である (**初期条件**) 。

上の 2 つの式を満たす関数 $N(t)$ は一意に求まる:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

終