貧血について勉強してみよう！

No 1

2021 年 11 月 内科 大塚伸昭

貧血で多いのは鉄欠乏性貧血（鉄分摂取不足や消化管出血や子宮筋腫などが原因）。その他ビタミンB12や葉酸欠乏による巨赤芽球性貧血などがあるが、今回は鉄欠乏性貧血を中心に解説する。

1 個の赤血球の中にはヘモグロビンという酸素を運ぶ物質が約 3 億個入っている。赤血球はヘモグロビンという荷物を運ぶトラックの役割をしている。

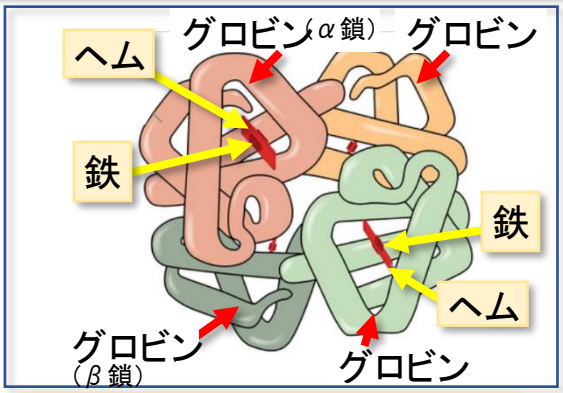
中心部がへこんでいる（表面積が大きくなり、酸素を取り込みやすい）

厚さは約2μm(2/1,000mm)

大腸菌は赤血球の約 1/8（1/1,000mm)の大きさ

直径は 8μm(8/1,000mm)

※μはマイクロと呼び、10^{-6}（100 万分の1）の事。



ヘモグロビン（Hb;Hemoglobin）

ヘモグロビンはヘム（鉄を含む）とグロビン（蛋白）の固まり。上図の緑やオレンジのクネクネした 4 つの構造がグロビン（イラスト化しているので実際の構造とは異なる）

赤血球の数はどのくらいある？

血液 1μℓ（1mm³ℓ)の中に男性は 410～550 万、女性は 380～500 万個ある。したがって、血液 1ℓには 4～5 兆個の赤血球がある。血液量は体重の約 1/13 なので、体重 60kgの人は血液が約 5ℓある。したがって、赤血球は体全体では 4～5 兆個/ℓ×5（ℓ）＝20～30 兆個も存在している！

赤血球の寿命はどれくらい？

赤血球の寿命は約 4 ヶ月（120 日）。体全体の赤血球（20～30 兆個）の 1/120 に当たる 1,600～2,500 億個もの赤血球が毎日破壊されて（主に脾臓）、骨髄で同じ数が生産されている。

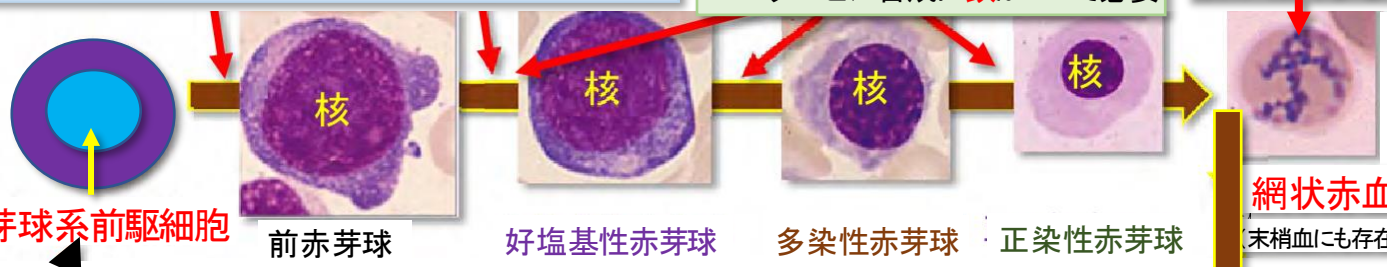
赤血球は骨髄で生産される。

骨髄で赤血球や白血球などが生産される。骨髄幹細胞という細胞が赤血球や白血球の元になる細胞に分裂する。下図のように赤血球の元になる赤芽球系前駆細胞が分化して赤血球が生まれる。赤血球の生産には腎臓から分泌されるエリスロポエチンやビタミンB12、葉酸、鉄が必要となる。

核の DNA を作るためにビタミンB12や葉酸がここで必要

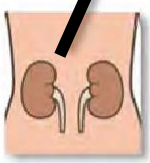
ヘモグロビン合成に鉄がここで必要

核が無くなる！



（網状赤血球は骨髄を出て 1～2 日で赤血球となる）

緑の破線内に骨髄の中で成熟していく赤血球の過程を示す



赤芽球系前駆細胞に腎臓から分泌されるエリスロポエチンなどが作用して赤血球は成熟（前赤芽球）していく。腎不全が高度になると腎性貧血となる。

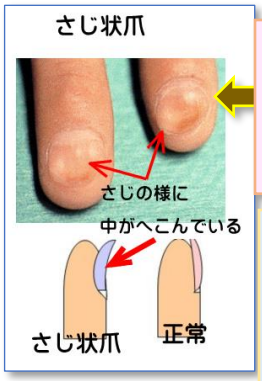
前赤芽球から正染性赤芽球までは核（紫色に染色）があるが、網状赤血球や赤血球には核が無い。網状赤血球は末梢血に出てきて 1～2 日で赤血球に成熟する。

末梢血液

赤血球

鉄欠乏性貧血で見られる体の変化は？（軽度の貧血では以下の変化は認めない）

No2



さじ状爪（spoon nail;スプーン爪）
爪が脆弱になるため起こるが、力仕事で指腹に圧力がかかっている人などにも起こる。

舌炎、口角炎、嚥下障害などの症状がある場合にはプランマー･ビンソン症候群と呼ばれる。プランマーとビンソンの２人の米国人医師が報告したので、この名前が付いている。

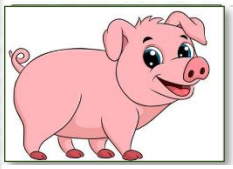
舌炎。粘膜傷害により舌乳頭の萎縮（ツルツルした感じ）になる。
その他、皮膚粘膜障害による口角炎や食道炎、食道粘膜表面にウェブと呼ばれる膜が形成される事もある。これにより固形物の嚥下障害が見られる事もある。

舌炎や口角炎はビタミンB2やB6の不足でも起こる。アルコール代謝にこれらのビタミンが必要なので酒を飲みすぎる人に見られる事がある（私もその1人;笑）。

食事で摂取すべき鉄量は１日どれくらい？

１日に体内で必要な鉄量は約 1mg。動物の肉などに多いヘム鉄（Fe^{2+};2 価イオンの鉄）でも 10～20％程度しか体内に吸収されない。
植物などに多い非ヘム鉄（Fe^{3+};3 価イオンの鉄）は吸収が悪く 5～10％しか吸収されない。
（ビタミンCを同時に摂取すると非ヘム鉄がヘム鉄になり吸収が良くなる。）
女性は食物から 10.5mg、男性は食物から 7.5mg摂取が推奨。

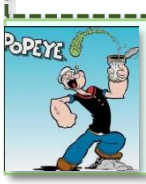
鉄分の含む食物をどれくらい摂取すれば良い？→次頁 No3 の一覧を参照してもらいたい。
豚レバーには 100gに 13mgの鉄が含まれている。
ヘム鉄なので 10～20％が吸収される→体内には 1.3～2.6mg の鉄が吸収される事になる。
（ただし、生で食べるのは絶対駄目！E 型肝炎ウイルス、旋毛虫や有鉤条虫などの寄生虫、サルモネラ、カンピロバクターなどの細菌感染による食中毒などのリスクあり！）



100gあたり 13mgの鉄

ヘム鉄なので 10～20％が体内に吸収される。

体内には 1.3～2.6mgが吸収。
豚レバー100gを食べれば１日必要量を満たす。
ただし、ビタミン A 含有量が多く妊娠中（特に妊娠初期）の過剰摂取は控える事。
（マウス実験で奇形が報告）



ポパイでお馴染みの
ほうれん草は鉄吸収が悪い

ほうれん草 100gに鉄 2mg

非ヘム鉄なので 5～10％が体内に吸収される

体内には 0.1～0.2mg が吸収。
ビタミン C を含んだ食物と一緒に食べると吸収が促進される。

（ほうれん草にはシュウ酸が多くシュウ酸カルシウム結石の原因となる。尿管結石の既往がある私は食べない。今も両側腎に小結石がある。）

食事からの鉄分摂取がどうしても不足する場合は、鉄のサプリを利用しても良い。
病院で処方される鉄剤は1錠に鉄が 50mg或いは 100mg含まれている。
鉄含有量が多いため、鉄による胃粘膜の炎症（胃炎）をおこして腹痛や吐き気が起こる人もいる（個人差がある）。
サプリで１日に 5mg以下を服用する場合には、まず鉄過剰症の心配も無いと考える。

鉄含有食品一覧（食品 100gに含まれる鉄含有量を mg で示す）

No3

ヘム鉄（吸収率 10～20%）吸収が良い。

非ヘム鉄（吸収率 5～10%）吸収が悪い。植物など

（mg）

15

- 煮干し（カタクチイワシ）18mg
- 豚レバー13mg
- 鶏レバー9mg
- 大豆 10mg
- 干しヒジキ約 55mg
- きな粉 9mg
- （干しヒジキを戻すと約 10 倍の重さになるので鉄含有量は1/10と考えた方が良い。）

6

- 鮎（天然、焼き）5.5mg
- 内臓（生）24mg
- シジミ 5mg（身の部分 100gあたり）
- 卵黄 6mg（卵黄の鉄は非ヘム鉄）（卵白の鉄は 0mg）
- あずき（乾燥）5.4mg

5

- 鰹（かつお）なまり節 5mg（削り節は 9mg）
- 牛レバー 4mg
- 黒砂糖 4.7mg
- アーモンド 4.7mg
- 油揚げ 4.2mg

4

- アサリ（生）3.8mg
- 佃煮 約 19mg
- 牡蠣 3.5mg
- 納豆 3.4mg
- がんもどき 3.6mg
- 小麦 3.2mg

3

- 牛ヒレ（赤肉、生）2.5mg
- 鰤（ブリ）2.3mg
- 小松菜 2.7mg
- 生揚げ 2.6mg
- ほうれん草 2mg

2

- 牛もも肉 1～2mg
- マイワシ（生）1.8mg
- 鶏卵 1.8mg
- シソ（葉、生）1.7mg

1

- アジ 約 1mg
- うなぎ（キモ）4.6mg
- うなぎ（蒲焼き）約 1mg
- 豆腐 約 1mg
- 牛乳 0.1mg！
- 食パン 0.6mg
- 白米（炊飯）0.1mg

0

（mg）

魚類の肉は 1～2mg程度が多い。ヒラメや鯛は 0.1～0.2mgと少ない。牛、豚、鶏の肉は部位によって異なるが、1～2mg程度が多い。牛肉や魚肉は焼くと水分が抜けるので、100gあたりの鉄含有量は増加する。果物類の鉄分は殆どが 1mg以下。牛乳の鉄分は少ない。主に牛乳のみ摂取していた1才 2 ヶ月の牛乳貧血の症例報告がある。（最近は鉄入り牛乳も販売されている）

掲示板掲載は No3 迄とし、これ以降は医療従事者のために追加解説する。

No4

動物の肉などのヘム鉄が植物などの非ヘム鉄より吸収が良いのは何故か？

ヘム鉄は Fe^{2+} で水溶性。非ヘム鉄は Fe^{3+} で不溶性（水に溶けない）。水溶性のヘム鉄は小腸で吸収されやすいが、不溶性の非ヘム鉄は吸収されにくい。非ヘム鉄はヘム鉄に変化する必要があるが、この時にビタミン C があるとヘム鉄に変化しやすい。

2 価鉄（Fe^{2+}）

ヘム鉄（動物の肉など）
そのまま吸収
（水溶性）

3 価鉄（Fe^{3+}）

非ヘム鉄（植物など）
（不溶性）

ビタミン C などで 2 価鉄に変換（還元）して吸収され

ビタミン C には酸化を防ぐ抗酸化作用がある

2 価鉄（Fe^{2+}）

腸管内

小腸腸管粘膜

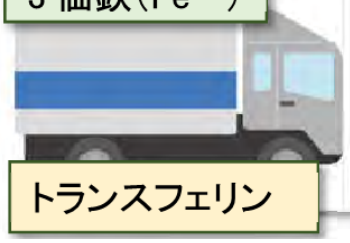
体内

ところが！体に入った 2 価鉄は、体内では、また酸化されて 3 価鉄（Fe3＋）の形で利用される。効率が悪そうだが、仕方無い。

レモンやスダチを野菜にかけて食べるのは鉄吸収のためには理にかなっている事になる。そう多くかけられないが、、。

レモン果汁（生）は約 50mg/100g

3 価鉄（Fe^{3+}）



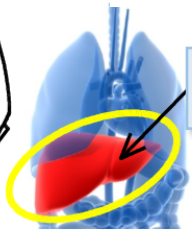
トランスフェリン

3価鉄はトランスフェリンという蛋白（左図のトラック）と結合して体中に運搬される。

スダチ果汁（生）は約40mg/100g

※ちなみにビタミン C の 1 日推奨量は 100ｍｇ
推定平均必要量は 85ｍｇ （いずれも成人男女）

体内の鉄は男性で 3.5～5gあり、そのうちの 2/3 がヘモグロビンに存在し1.0g が肝臓に存在する。鉄はアポフェリチンという蛋白質と結合してフェリチンとして肝臓に貯蔵されている。



男性の貯蔵鉄は 1.0g

鉄分はアポフェリチンという蛋白質と結びつき、フェリチンとなって貯蔵される。

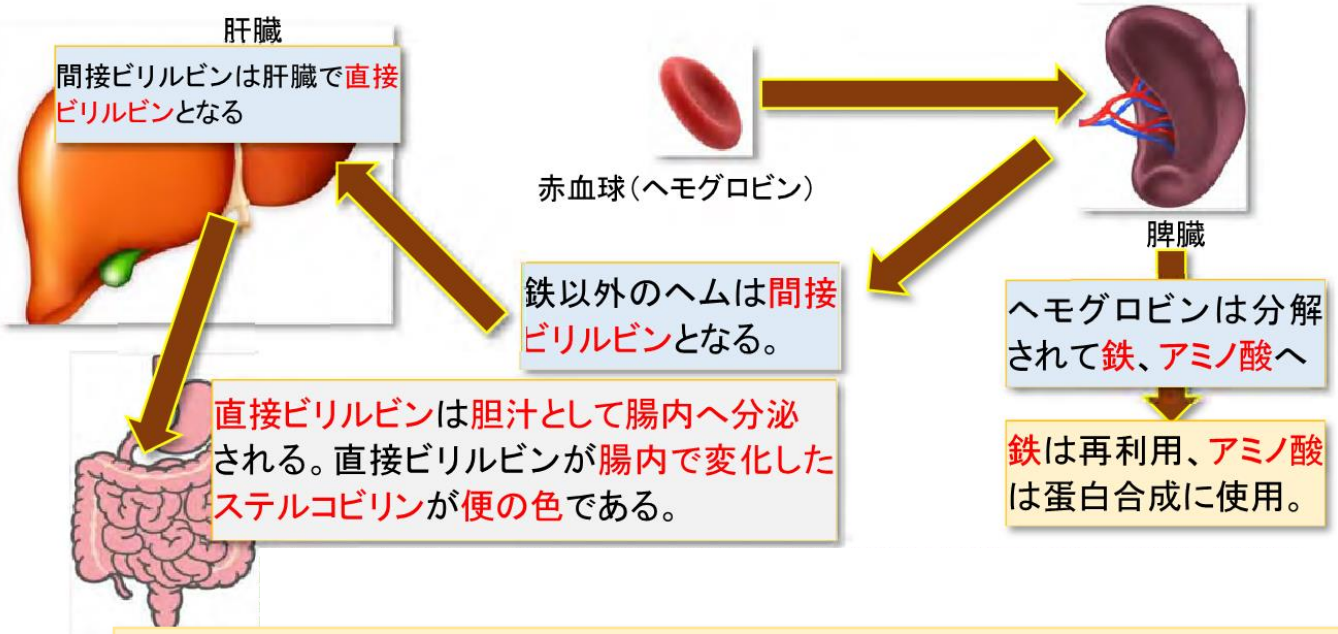
女性の貯蔵鉄は 0.3g

貯蔵鉄が少なく、生理で失血する。

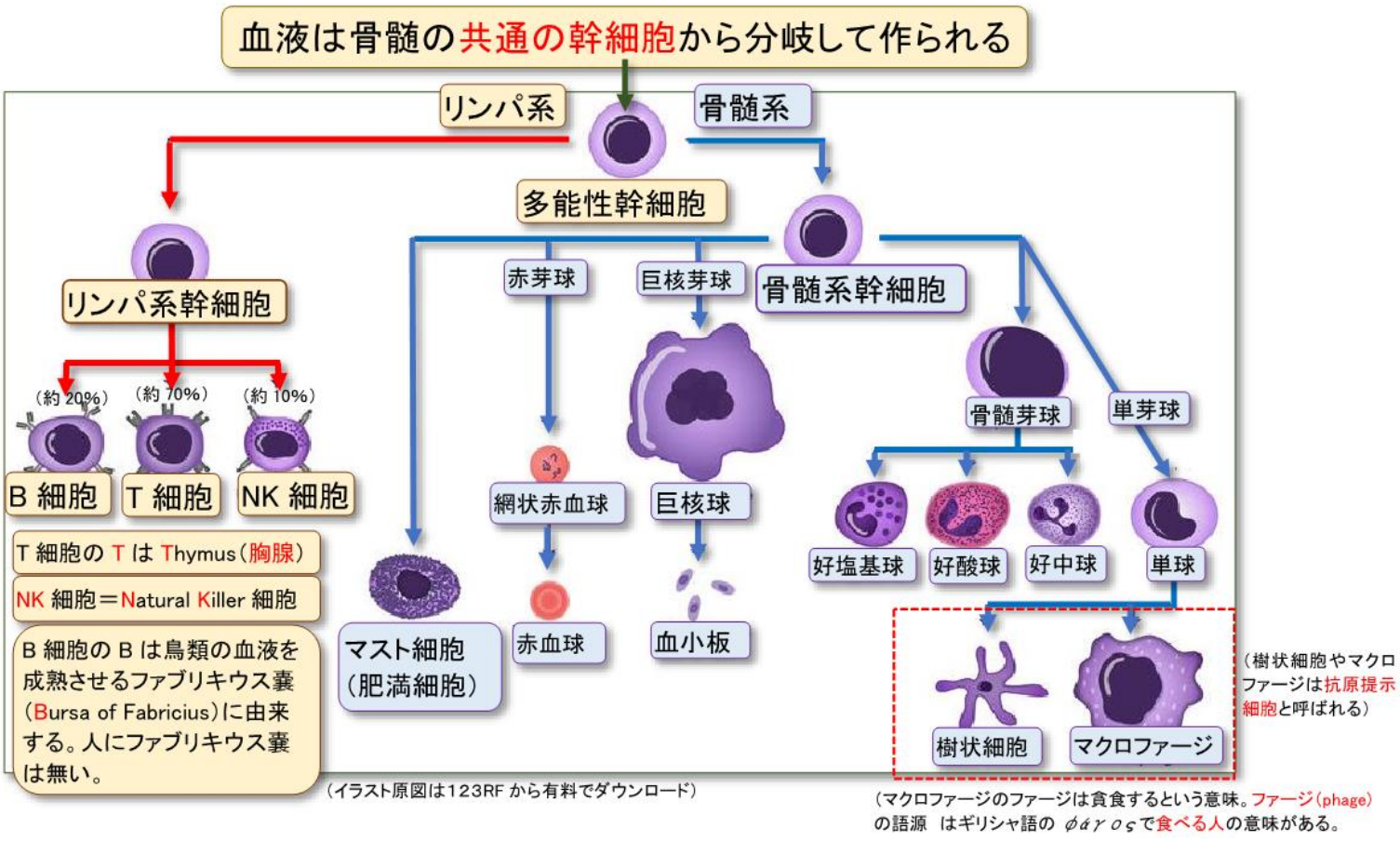
男性に比べて、女性は貯蔵鉄の割合が低く生理で失血するので、鉄摂取量が少ないと貧血になりやすい。
成人男性の鉄欠乏性貧血の割合は約 2%だが、女性は約 20%が鉄欠乏性貧血である。

120 日の寿命がきた赤血球（ヘモグロビン）は脾臓で主に分解されて再利用される。

No5



腸内に分泌されたビリルビン→ウロビリノーゲンとなる。ウロビリノーゲンは血中に再吸収されてウロビリンとなる。このウロビリンは黄色だが、尿中に排泄されるので、尿の色は黄色い。



（イラスト原図は123RF から有料でダウンロード）

（マクロファージのファージは貪食するという意味。ファージ（phage）の語源　はギリシャ語の φάγος で食べる人の意味がある。

血液検査の MCV などの解説

血液検査の赤血球数、Hb、Ht の下に MCV、MCH、MCHC という記載がある。

MCV＝Mean（平均） Corpuscular（血球） Volume（容積）（平均赤血球容積）

MCV は Ht（ヘマトクリット）÷赤血球数で計算される。Ht は殆どが赤血球の体積なので Ht÷赤血球数は1個あたりの赤血球の容積となる。この値が小さいということは赤血球の体積（赤血球の形）が小さいということで、貧血がある場合には小球性貧血と呼ばれ鉄欠乏性貧血が代表的である。逆に、この値が大きいということは赤血球の形が大きいということで大球性貧血と呼ばれビタミン B12 や葉酸の不足する場合などに見られる。

MCH＝Mean（平均） Corpuscular（血球） Hemoglobin（ヘモグロビン）（平均赤血球血色素量）

MCH は Hb（ヘモグロビン）÷赤血球数で計算される。一個あたりの赤血球に含まれるヘモグロビンの量を示す。この値が低い場合には1個あたりのヘモグロビン量が少ないということになる。鉄欠乏性貧血で低値を示す。

MCHC＝Mean（平均） Corpuscular（血球） Hemoglobin（ヘモグロビン） Concentration（濃度）（平均赤血球血色素濃度）

MCHC は Hb（ヘモグロビン）÷Ht（ヘマトクリット）で計算される。赤血球の体積 1%当たりのヘモグロビン濃度が低いということで鉄欠乏性貧血では低値を示す（低色素性貧血）。ビタミン B12、葉酸欠乏による貧血では、この値が大きくなる高色素性貧血を示す。

最後に
何故、大塚先生は熱心に掲示板への掲載や職員の皆さんに医学情報を提供しているのですか？と時に質問されますが、以下の理由からです。

医師としては波瀾万丈な生き様でした。西都で兄と一緒に勤務、大喧嘩の末、勤務を辞めました。臨床が嫌になり熊本市の保険会社に 3 年勤務。その後宮崎市の江南病院に 3 年勤務しましたが、楽な生活が忘れられず、大同生命という保険会社に 15 年も勤務しました。

大同生命の衛生委員会で、イラストを多用した病気解説の文書を記載したところ大変好評。これに気を良くして一冊の本にしたのが『わかりやすい病気の話&人体・解剖の基礎知識』（カフェテリアや外来に置いてある）。完成までに 3 年かかりました。一般の人に病気を理解してもらうのは大変難しくイラストを中心に分かりやすい言葉に置き換えなければいけません。
この作業が実は私自身の大変良い勉強になっています。循環器以外の色々な面白い医学情報記載のために医学書を新たに購入して勉強するのも好きです（ホントに）。（偉い！いつもの自画自賛）
患者さんから「病気の事が分かりやすく解説してありますね！」と言われると嬉しくなります。
以上が私が熱心に医学情報を患者さんや皆さんに提供している理由です。

※生命保険会社での医師の仕事は？というと、保険加入者の診査をするだけです。大同生命は主に個人ではなく会社、病院などの法人を対象とした契約でしたので、会社に出向いて診察をします。ただ、営業職に近いので相手を怒らせないようにしないといけません。威張った社長や医者もいますからね（😄）。大同生命からは『不愉快な診察をした後は電信柱（電柱）を蹴って帰って下さい』と言われていました。皆さんもストレス解消にどうでしょう？但し、九電からのお叱りは覚悟のほどを。