

C 言語をもっと身近に！「easy-C」 (いーじーしー)

easy-C は、小学生に C 言語を教えるために、C 言語にいくつかの機能を付け加えたものです。自転車の補助輪のようなものです。

☆ 何ができるの？ → C 言語なので、C 言語にできることは一通りできます。

☆ どんな工夫をしているの？

- ① main の中身だけをいきなり書いていいです。「おまじない」はいりません。
- ② 全部大文字で書いていいです。小学生低学年は小文字のアルファベットが読めません。大文字ならキーボードに書いてあるのと同じなので探せます。
- ③ PR 命令があります： `printf(“%d”, 1+2*3);` → PR 1+2*3;
- ④ 簡単に音楽演奏が楽しめる PLAY 命令があります。→ PLAY “CDEFGAB>C” ;
入門初期は、これで結構遊べます。遊んでいるうちにキー入力に慣れてきます。
- ⑤ ワンライナーができます。

☆ ワンライナーのサンプル集

```
HL9>k = 120; for (i = k; i > 1;) { for (j = 2; i % j != 0; j++) {} pr j; i /= j; } // 120 を素因数分解
2 2 2 3 5

HL9>m = 123; n = 456; for (i = m;; i++) { if (i % m == 0 && i % n == 0) break; } pr i; // m と n の最小公倍数
18696

HL9>m = 36; n = 60; for (i = 1; i <= m; i++) { if (m % i == 0 && n % i == 0) { pr i; } } // 公約数を全て求める
1 2 3 4 6 12

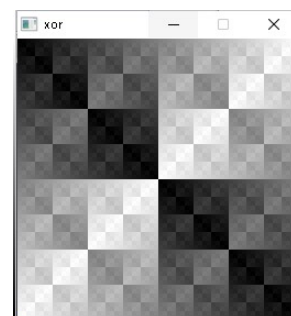
HL9>!pr((3:/10 :+; 2:/15)); // 分数の計算
13:/30

// 100 回コインを投げたときに表が 70 回以上でる確率を概算 (1000 万回中の 369 回)
HL9>!n = 0; [10000000] { k = 0; [100] { if (aRnd(2) == 0) { k++; } } if (k >= 70) { n++; } } pr n;
369

HL9>AWin *w = aOpenWin(256, 256, "xor"); for (j = 0; j < 256; j++) { for (i = 0; i < 256; i++) { aSetPix(w, i, j,
0x010101 * (i ^ j)); } } // きれいな模様 (右下)
```

☆ 10 行で書ける拡大鏡アプリ

```
ARpa rpa; Arpa_init(&rpa); AWin *win = aOpenWin(256, 256, "loupe");
while (!AWin_isClose(win)) {
    ARpa_getMosPos(&rpa);
    int *p = ARpa_capture(&rpa, 64, 64, rpa.x - 32, rpa.y - 32, 0);
    for (j = 0; j < 64; j++) { for (i = 0; i < 64; i++) {
        aFillRect(win, 4, 4, i * 4, j * 4, *p++ & 0xffffffff);
    } }
    ARpa_captureFree(&rpa);
    aWait(100);
}
```



☆ なぜ C 言語？ Ruby や Python や BASIC でいいのでは？ (いや、今からやるなら Rust がいいよ)
→ 私は「30 日でできる！ OS 自作入門」の著者なので、この本を読めるようにするためにも C 言語で教えてみたいです (笑)

☆ 詳しい説明とダウンロード

→ https://essen.osask.jp/?a23_ec001

[解説]

これは私が小学生に easy-C を教えるときに使ったテキストを清書したものです。

うちの小学生たちは、本のように長文で丁寧に説明しても、きちんと読んでくれません。そこで読まずとも作業をさせることで、自然に理解が進む構成を目指しています。

このテキストでは、章のことを「レベル」と言っています。そのほうがなんだかゲームっぽくっていいかなと思いました。

どのレベルでもまず「ノート」というセクションがあります。まず小学生はこのページ内容を自分のノートに書き写します（書けばていねいに読むのと同じくらい頭に入ります）。書き写したら、テキストの「ノート」のページは取り上げます。これから問題に取り組むのですが、その際に参照していいのは自分が写したノートだけで、テキストのノートのページは見てはいけません。

ノートに書かれている内容は、説明ではなくヒントです。ですから問題がすぐに解けるわけではありません。多少は考える必要があります。・・・もし小学生が助けを求めてきたら、先生（親）は教えてあげてください。もし「きっとこれは教えなくても自力でわかるだろう」と思えば、あえて教えないことも有効です。挫折しない程度に、さじ加減をお願いします。

この部分もそうですが、[解説]の部分は小学生が読むことを想定していません。先生が読むためのものです。でも小学生が読んではいけない内容は含まれていないので、切り取る必要はないと思っています。

[レベル1] [ノート]

① → N01: (ここはセミコロンではなくてコロンだよ)
② → N02:
③ → N03:
K をかく → PR K; (ここからはセミコロンだよ)
K を1つふやす → K = K + 1;
①にもどる → GO N01;

プログラムをあたらしくつくる →

NEW 1.C

\$\$1.C

プログラムをうごかす →

RUN 1.C

[解説]

小学校低学年を想定しているため、説明はできるだけ少なくしています。漢字もできるだけ使いません。アルファベットはキーボードの刻印の大文字だけにしています。デフォルトで使う整数変数はIがいいと当初は思ったのですが、Iは1と間違えやすいのでやめました。Jも悪くないのですが、Kはもっと視認性がいいと思ったので、まずはKで始めています。

ノートは入門者がノートに書き写す内容です。読めと言っても読んでくれないのが当たり前の小学生ですので(笑)、要点だけを書き写させて、以後はそのノートを見ながら(必要に応じて注釈を書き足しながら)課題に取り組んでももらいます。

ノートでは具体例のみを書いています。どこが自由に変更できるところなのかはこちらからは明記していません。例えば下線を引いて「ここは必要に応じて変更できる」みたいにすることも考えましたが、それも含めて小学生に推理させるようにしています。このノートはヒントであってマニュアルではないのです。

\$\$コマンドは、指定のファイルに対して、ファイルエクスプローラでダブルクリックしたときの動作を再現するHL-9のコマンドです。私のうちでは拡張子.cをダブルクリックするとテキストエディタが起動する設定になっています。

[レベル1] [もんだい]

[1-1]

これをプログラムになおして、にゅうりょくして、RUN してみよう！

- ① $K = 1$;
- ② K をかく;
- ③ K を1つふやす;
- ④ ②にもどる;

なにがでてくるかな？

[1-2]

1-1 のプログラムをかいぞうして、 3 6 9 12 15 18 21 24 . . . がでてくるプログラムをつくらう！

[解説]

日本で書かれたプログラムを、先のノートを参照して、easy-C のプログラムに変換させて入力させることが目的です。本来ならこのプログラムを実行すると数字が止まらなくなって表示が流れるところですが、HL-9 はデフォルトのままだと、PR 命令を 500 回実行したところで !PRLIMIT! と表示して止まります。 . . . 数がどんどん流れる様子は小学生の面白い要素の一つなので、もしこのリミットを解除したければ「PRLIMIT 0」を実行してください。

やはり入門にループは欠かせない気がします。ループなしだと、入力行数よりも多くの出力を得るのは難しく (hello, world とか)、そういう例だと小学生は全く喜んでくれません。「ふーん、つまんないね」と。自分は4行しか入力してないのにたくさん出てくると、「おおお?!」と目を輝かせてくれます。 . . . 先生役をするときには、この点を強調するとプログラミングへの興味が持続するかもしれません。

1-2 の課題については、見よう見まねで試行錯誤してクリアするのを想定しています。きちんと論理だてて考えて修正するよりは、もっと気軽に「適当に書き換えて RUN して様子を見る」のを繰り返すのがいいと思います。これは間違えていいし、何でもやってみればいい (実験してみればいい) の精神が伝われば、きっと楽しんでできるようになるでしょう。

[レベル1] [もんだい] [回答付き]

[1-1]

これをプログラムになおして、にゅうりよくして、RUN してみよう！

- ① $K = 1$;
- ② K をかく；
- ③ K を1つふやす；
- ④ ②にもどる；

```
NO1: K = 1;  
NO2: PR K;  
NO3: K = K + 1;  
NO4: GO NO2;
```

なにがでてくるかな？

[1-2]

1-1 のプログラムをかいぞうして、 3 6 9 12 15 18 21 24 . . . がでてくるプログラムをつくらう！

```
NO1: K = 3;  
NO2: PR K;  
NO3: K = K + 3;  
NO4: GO NO2;
```

[解説]

日本で書かれたプログラムを、先のノートを参照して、easy-C のプログラムに変換させて入力させることが目的です。本来ならこのプログラムを実行すると数字が止まらなくなって表示が流れるところですが、HL-9 はデフォルトのままだと、PR 命令を 500 回実行したところで !PRLIMIT! と表示して止まります。 . . . 数がどんどん流れる様子は小学生の面白い要素の一つなので、もしこのリミットを解除したければ「PRLIMIT 0」を実行してください。

やはり入門にループは欠かせない気がします。ループなしだと、入力行数よりも多くの出力を得るのは難しく (hello, world とか)、そういう例だと小学生は全く喜んでくれません。「ふーん、つまんないね」と。自分は4行しか入力してないのにたくさん出てくると、「おおお?!」と目を輝かせてくれます。 . . . 先生役をするときには、この点を強調するとプログラミングへの興味が持続するかもしれません。

1-2 の課題については、見よう見まねで試行錯誤してクリアするのを想定しています。きちんと論理だてて考えて修正するよりは、もっと気軽に「適当に書き換えて RUN して様子を見る」のを繰り返すのがいいと思います。これは間違えていいし、何でもやってみればいい (実験してみればいい) の精神が伝われば、きっと楽しんでできるようになるでしょう。

[レベル2] [ノート]

もしKが5よりも大きければ⑧へ → IF (K > 5) GO N08;

もしKが5よりも小さければ⑧へ → IF (K < 5) GO N08;

[解説]

今回はノートがすごく少ないですが、あまりテンポを上げすぎるとついてこられなくなるので、これくらいでいいと思っています。

[レベル 2] [もんだい]

[2-1]

このプログラムを RUN したら、なにがでてくるとおもいますか？

```
N01: PR 1;  
N02: PR 2;  
N03: GO N05;  
N04: PR 4;  
N05: PR 5;
```

よそうできたら、じっさいににゅうりょくして RUN してたしかめてみよう！
もしちがったら、どうしてそうなるのかかんがえてみよう！

[2-2]

これをプログラムになおして、にゅうりょくして、RUN してみよう！

- ① K=1;
- ② K をかく;
- ③ K を 1 ふやす;
- ④ もし K が 100 よりも小さければ②へもどる;

[2-3]

2-2 のプログラムをかいぞうして、 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 がでてくるプログラムをつくろう！
これはちゃんと 1 でとまるようにしてね。

[解説]

2-1 では GO 命令 (goto 命令) は前の行に戻るだけでなく、先の行へ進むことにも使えることを実感してもらうために用意しました。読み飛ばされた行は実行もされないことを感じてほしいです。

条件分岐ができれば、記述できる処理は大幅に増えますが、まずはループを有限回で止めるために使ってみました。

[レベル2] [もんだい] [回答付き]

[2-1]

このプログラムをRUNしたら、なにがでてくるとおもいますか？

```
N01: PR 1;  
N02: PR 2;  
N03: GO N05;  
N04: PR 4;  
N05: PR 5;
```

1 2 5

よそうできたら、じっさいににゅうりょくしてRUNしてたしかめてみよう！
もしちがったら、どうしてそうなるのかかんがえてみよう！

[2-2]

これをプログラムになおして、にゅうりょくして、RUNしてみよう！

- ⑤ $K = 1$;
- ⑥ K をかく；
- ⑦ K を1ふやす；
- ⑧ もし K が100よりも小さければ②へもどる；

```
N01: K = 1;  
N02: PR K;  
N03: K = K + 1;  
N04: IF (K < 100) GO N02;
```

[2-3]

2-2のプログラムをかいぞうして、10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 がでてくるプログラムをつくろう！
これはちゃんと1でとまるようにしてね。

```
N01: K = 10;  
N02: PR K;  
N03: K = K - 1;  
N04: IF (K > 0) GO N02;
```

[解説]

2-1ではGO命令（goto命令）は前の行に戻るだけでなく、先の行へ進むことにも使えることを実感してもらうために用意しました。読み飛ばされた行は実行もされないことを感じてほしいです。

条件分岐ができれば、記述できる処理は大幅に増えてますが、まずはループを有限回で止めるために使ってみました。

[レベル3] [ノート]

もしKが5いじょうなら⑧へ → IF (K >= 5) GO N08;
(>= は「おおきいか、おなじ」といういみ)

もしKが5いかなら⑧へ → IF (K <= 5) GO N08;
(<= は「ちいさいか、おなじ」といういみ)

(ここはうつさなくていいよー)

さんすうでは

いじょう → $\geq$

いか → $\leq$

プログラミングでは $\geq$ や $\leq$ がキーボードにないから、>= とか <= ってかくんだよ。

[解説]

小学校低学年では、> や < は習っても、 $\geq$ や $\leq$ は習わないようです。以上や以下の概念もなじみのあるものではないらしいです。そこで、ここではそれを知ってもらう回にしています。

[レベル3] [もんだい]

こんかい、 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 をいろんなほうほうでやるよ。

[3-1]

2-3 のプログラムに、「もし K が 0 じゃあ②へ」をつかう。

→ うまくできるかな？やってみてね。

[3-2]

2-3 のプログラムをかいぞうして、 11 10 9 8 7 . . . 3 2 1 をつくって、PR のところを「PR K-1;」にする。

→ うまくできるかな？やってみてね。

[3-3]

2-3 のプログラムをかいぞうして、 0 1 2 3 . . . 8 9 10 をつくって、「PR 10-K;」にする。

→ うまくできるかな？やってみてね。

こんなふうにはやりかたはたくさんあるんだ。だから、せいかいはひとつじゃないよ。

[解説]

ここで理解させたいことは3つです。まずは以上とか以下とかを一度使ってみること。次に PR の引数に計算式を書いてもいいのだということ。最後にプログラミングにおいては、答えは一つじゃなくて、自由に考えていいのだということ。

また過去に作ったプログラムからコピー&ペーストで、新しいプログラムの中に持ってこられることを多分知らないのだから、それをやってみせると尊敬されます（そしてすぐに真似ようになります）。

[レベル3] [もんだい] [回答付き]

こんかいは、 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 をいろんなほうほうでやるよ。

[3-1]

2-3 のプログラムに、「もし K が 0 じゃあ②へ」をつかう。

→ うまくできるかな？やってみてね。

```
N01: K = 10;  
N02: PR K;  
N03: K = K - 1;  
N04: IF (K >= 0) GO N02;
```

[3-2]

2-3 のプログラムをかいぞうして、 11 10 9 8 7 . . . 3 2 1 をつくって、PR のところを「PR K-1;」にする。

→ うまくできるかな？やってみてね。

```
N01: K = 11;  
N02: PR K-1;  
N03: K = K - 1;  
N04: IF (K > 0) GO N02;
```

[3-3]

2-3 のプログラムをかいぞうして、 0 1 2 3 . . . 8 9 10 をつくって、「PR 10-K;」にする。

→ うまくできるかな？やってみてね。

```
N01: K = 0;  
N02: PR 10-K;  
N03: K = K + 1;  
N04: IF (K < 11) GO N02;
```

こんなふうにやりかたはたくさんあるんだ。

だから、せいかいはひとつじゃないよ。

[解説]

ここで理解させたいことは3つです。まずは以上とか以下とかを一度使ってみること。次に PR の引数に計算式を書いてもいいのだということ。最後にプログラミングにおいては、答えは一つじゃなくて、自由に考えていいのだということ。

また過去に作ったプログラムからコピー&ペーストで、新しいプログラムの中に持ってこられることを多分知らないなので、それをやって見せると尊敬されます（そしてすぐに真似するようになります）。

[レベル4] [ノート]

かけざんのマーク → *

(さんすうとおなじ×だと、えいごのエックスとまちがえやすいから、
このマークをかけざんにつかうよ)

つぎのひょうじがつながらないように、ぎょうをかえる → PRLF;

[レベル4] [もんだい]

きょうはかけざんくくをやります。しょうがっこうでは2年生でならいます。

[4-1]

これをプログラムになおして、にゅうりょくして、RUNしてみよう！

- ① $K=1$;
- ② PR $2*K$;
- ③ K を1ふやす;
- ④ もし K が10より小さければ②にもどる;

これはかけざんの2のだんがでます。

[4-2]

4-1のプログラムをさんこうにして、3のだんのプログラムをつくりましょう。

[4-3]

4-1のプログラムをさんこうにして、4のだんのプログラムをつくりましょう。

[4-4]

1のდანから9のდანまでぜんぶかきたいとおもいました。

これをプログラムになおして、にゅうりょくして、RUNしてみよう！

- ① $J=1$;
- ② $K=1$;
- ③ PR $J*K$;
- ④ K を1ふやす;
- ⑤ もし K が10よりも小さければ③にもどる;
- ⑥ ぎょうをかえる;
- ⑦ J を1ふやす;
- ⑧ もし J が10よりも小さければ②にもどる;

どうしてこれでうまくいくのか、わかるかな？

[解説]

今回、どうしても二重ループの例をやりたくて、掛け算九九の表に手を出してしまいました。これだと小学1年生には全然ぴんと来ないと思います。書店などで掛け算九九の表をさがして、「これと同じものをプログラムで作ったんだねー」みたいに言ってもらえたら、少しは興味を持つかもしれません。まあ2年生になるまでは、このレベル4は飛ばしてしまってもいいかもしれません。

K のループが内側にあり、その外側に J のループがあるという入れ子構造に気づけると楽しいです。

[レベル4] [もんだい] [回答付き]

きょうはかけざんくくをやります。しょうがっこうでは2年生でならいます。

[4-1]

これをプログラムになおして、にゅうりょくして、RUNしてみよう！

- ① K=1;
- ② PR 2*K;
- ③ Kを1ふやす;
- ④ もしKが10より小さければ②にもどる;

```
N01: K = 1;  
N02: PR 2*K;  
N03: K = K + 1;  
N04: IF (K < 10) GO N02;
```

これはかけざんの2のだんがでます。

[4-2]

4-1のプログラムをさんこうにして、3のだんのプログラムをつくりましょう。

[4-3]

4-1のプログラムをさんこうにして、4のだんのプログラムをつくりましょう。

[4-4]

1のდანから9のდანまでぜんぶかきたいとおもいました。

これをプログラムになおして、にゅうりょくして、RUNしてみよう！

```
N01: K = 1;  
N02: PR 3*K;  
N03: K = K + 1;  
N04: IF (K < 10) GO N02;
```

```
N01: K = 1;  
N02: PR 4*K;  
N03: K = K + 1;  
N04: IF (K < 10) GO N02;
```

- ① J=1;
- ② K=1;
- ③ PR J*K;
- ④ Kを1ふやす;
- ⑤ もしKが10よりも小さければ③にもどる;
- ⑥ ぎょうをかえる;
- ⑦ Jを1ふやす;
- ⑧ もしJが10よりも小さければ②にもどる;

```
N01: J = 1;  
N02: K = 1;  
N03: PR J*K;  
N04: K = K + 1;  
N05: IF (K < 10) GO N03;  
N06: PRLF;  
N07: J = J + 1;  
N08: IF (J < 10) GO N02;
```

どうしてこれでうまくいくのか、わかるかな？

[解説]

今回、どうしても二重ループの例をやりたくて、掛け算九九の表に手を出してしまいました。これだと小学1年生には全然ぴんと来ないと思います。書店などで掛け算九九の表をさがして、「これと同じものをプログラムで作ったんだねー」みたいに言ってもらえたら、少しは興味を持つかもしれません。まあ2年生になるまでは、このレベル4は飛ばしてしまってもいいかもしれません。

Kのループが内側にあり、その外側にJのループがあるという入れ子構造に気づけると楽しいです。

[レベル5] [ノート]

☆ じつはGOしないばんごうは、かかなくてもいいよ。N01: とかのこと。
もしGOをいちどもつかわないプログラムなら、ばんごうをぜんぶかかなくてもいいよ。

☆ Kを3けたにそろえてかく → ^{プリント・エフ}PRINTF("%3d" , K); (dはDのこもじ)

☆ くりかえしのために FOR めいれいがあるよ。

```
FOR (K = 1; K < 10; K = K + 1) {  
    PR 2*K;  
}
```

```
N01: K = 1;  
N02: PR 2*K;  
N03: K = K + 1;  
N04: IF (K < 10) GO N02;
```

さいしょの K = 1; と、くりかえしじょうけんの K < 10 と、Kをふやすためのめいれいの3つを、いちぎょうにまとめてかくんだ。{ } のなかには、この3ついがいのくりかえしたくないようをかくよ。いままでのかきかたとくらべてみるとわかりやすいよ！

[解説]

レベル1からレベル4までの話の流れからなら、きっとFOR命令も理解しやすいはずです！

[レベル5] [もんだい]

[5-1]

4-4 のプログラムの PR J*K; のところを PRINTF(“%3d” , J*K); にかえてみよう。
すうじがそろって、きれいなひょうになるよ！

[5-2]

```
FOR (K = 0; K < 11; K = K + 1) { PR 10-K; }
```

これを RUN したらなにがでてくるとおもう？
よそうできたら、たしかめてみよう。

[5-3]

```
FOR (J = 1; J < 10; J = J + 1) {  
    FOR (K = 1; K < 10; K = K + 1) {  
        PRINTF( “%3d” , J*K);  
    }  
    PRLF;  
}
```

これを RUN したらなにがでてくるとおもう？
よそうできたら、たしかめてみよう。

[レベル5] [もんだい] [回答付き]

[5-1]

4-4のプログラムの PR J*K; のところを PRINTF("%3d", J*K); にかえてみよう。
すうじがそろって、きれいなひょうになるよ！

[5-2]

```
FOR (K = 0; K < 11; K = K + 1) { PR 10-K; }
```

これをRUNしたらなにがでてくるとおもう？
よそうできたら、たしかめてみよう。

[5-3]

```
FOR (J = 1; J < 10; J = J + 1) {  
  FOR (K = 1; K < 10; K = K + 1) {  
    PRINTF( "%3d", J*K);  
  }  
  PRLF;  
}
```

これをRUNしたらなにがでてくるとおもう？
よそうできたら、たしかめてみよう。

[5-1] および [5-3]

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	4	6	8	10	12	14	16	18
3	6	9	12	15	18	21	24	27
4	8	12	16	20	24	28	32	36
5	10	15	20	25	30	35	40	45
6	12	18	24	30	36	42	48	54
7	14	21	28	35	42	49	56	63
8	16	24	32	40	48	56	64	72
9	18	27	36	45	54	63	72	81

[レベル 6] [ノート]

☆ 「こんにちは」とかく → PRS “こんにちは” ;

☆ 「あなたはなんさい？」としつもんしてこたえをKにいれる
→ K = INPUT(“あなたはなんさい?”);

☆ もしKが10よりもちいさかったら、「ちいさい」とかく
→ IF (K < 10) { PRS “ちいさい” ; }

☆ もしKが0いじょうで、100いかだったら、「Kは0から100のどれか」とかく
→ IF (K >= 0 && K <= 100) { PRS “Kは0から100のどれか” ; }

[解説]

レベル 6 では、PRS 命令と INPUT 関数と IF ~ { } 文と && 演算子の使い方をすることが目標です。

[レベル 6] [もんだい]

[6-1]

ゆうびんきょくでは、ていけいゆうびんのりょうきんをおもさ（グラム）できめています。
でもこれをおぼえるのはたいへんなので、プログラムでおしえてくれるようにしてみました。

ていけいゆうびんのりょうきんひょう： たて 23.5cm・よこ 12cm・あつさ 1cm まで

おもさ	りょうきん
25 グラムいか	84 えん
50 グラムいか	94 えん
100 グラムいか	120 えん
150 グラムいか	210 えん
250 グラムいか	250 えん
500 グラムいか	390 えん
1000 グラムいか	580 えん
2000 グラムいか	1040 えん
4000 グラムいか	1350 えん

```
K = INPUT( " なんグラム？" );  
IF (K <= 25) { PRS "84 えん" ; }  
IF (K > 25 && K <= 50) { PRS "94 えん" ; }  
IF (K > 50 && K <= 100) { PRS "120 えん" ; }  
IF (K > 100 && K <= 150) { PRS "210 えん" ; }
```

プログラムは、とちゅうまでしかできていません。
よくみて、つづきをつくってください。

[解説]

単に数列を表示しているだけではそろそろ飽きるだろうと思って、なんとなく実用的な内容にしてみました。まあ小学生低学年だと、文通でもしない限り郵便料金に興味を持つことはないかもしれないが・・・。