

目次

通常精錬	3
防具の個数の期待値	3
エルニウム個数の期待値	3
Enrich	3
Cert	4
Cert 個数の期待値	4
防具の個数の期待値	4
エルニウム個数の期待値	4
HD	5
HD 個数の期待値	5
防具の個数の期待値	5
エルニウム個数の期待値	5
コスト比較	6
防具を未精錬から +5 まで精錬する時	6
通常精錬	6
Enrich	6
Cert	7
比較	7
防具を未精錬から +7 まで精錬する時	7
通常精錬	7
Enrich	7
Cert	8
比較	8
防具を +6 → +7 に精錬する時	8
通常精錬	8
Enrich	9
Cert	9
比較	9
防具を未精錬から +8 まで精錬する時	10
通常精錬	10

HD	10
比較	10
防具を +7 → +8 に精錬する時	11
通常精錬	11
HD	11
比較	11
付録	13
使用アイテム・手数料	13
通常精錬	13
Enrich	13
Cert	13
HD	13
精錬確率表	14
通常精錬	14
Enrich	14
防具の精錬期待値表	15
通常精錬	15
Enrich	15
Cert	15
HD	15

この文書は iRO 仕様で計算しているので注意 .

精錬に必要な鉱石 (プラコン , エンベルタコン , オリデオコン , エルニウム) をここでは「精錬鉱石」と呼ぶことにする .

防具を $+(n-1)$ から $+n$ に精錬する時の成功率を p_n とする .

通常精錬

防具の個数の期待値

$$E_n = \frac{E_{n-1}}{p_n}$$

これは $n \leq 4$ の時も成り立つ ($E_1 = 1$) .

エルニウムの個数の期待値

$$E'_n = \frac{E'_{n-1} + 1}{p_n}$$

これは $n \leq 4$ の時も成り立つ ($E'_1 = 1$) .

以下はいずれも課金アイテムだが , すべて取引可能 .

Enrich

Enrich は Oridecon と Elunium があり , jRO の濃縮オリデオコン , エルニウムに相当する .

精錬成功率が上昇する . 具体的な数値は不明だが , ここでは iRO Wiki の数値を用いる . なお $+9$ $+10$ の時は効果が無いことは jRO , iRO とともに公表されている .

http://irowiki.org/wiki/Refinement_System

精錬の際に Enrich および手数料が必要 . 手数料は通常精錬と同じ .

精錬失敗時に装備は消失 , Enrich も消費する .

Cert

Safe to 7 Weapon Certificate

Safe to 7 Headgear Certificate

Safe to 7 Body Armor Certificate

の3つは通称 Cert と呼ばれる。Weapon は武器，Headgear は頭，Body Armor は頭以外の防具に用いられる。

Cert は装備が +4 ~ +6 の時に使用可能。

精錬の際に Cert と精錬鉱石および手数料が必要。手数料は一律 20,000z。

精錬失敗時に装備は消失しない。Cert と精錬鉱石は消費する。

Cert の個数の期待値

防具を +n に精錬する時の Cert の個数の期待値を C_n'' とすると，

$n \leq 4$ の時， $C_n'' = 0$ ， $8 \leq n$ の時， $C_n'' = C_7''$ となる。

$5 \leq n \leq 7$ の時の漸化式は，

$$C_n'' = p_n(C_{n-1}'' + 1) + (1 - p_n)(C_{n-1}'' + 1 + C_n'' - C_{n-1}'')$$

これを解くと， $C_n'' = C_{n-1}'' + \frac{1}{p_n}$

防具の個数の期待値

防具の個数の期待値を C_n とすると，

$n \leq 7$ の時は防具が消失しないので $C_n = 1$ であるが， $5 \leq n \leq 7$ の時の漸化式は，

$$C_n = p_n C_{n-1} + (1 - p_n)(C_{n-1} + C_n - C_{n-1})$$

これを解くと， $C_n = C_{n-1}$

エルニウムの個数の期待値

エルニウムの個数の期待値を C_n' とすると，

$n \leq 4$ の時， $C_n' = n$ ， $5 \leq n \leq 7$ の時， $C_n' = 4 + C_n''$

HD

HD は Oridecon と Elunium があり，装備が +7 ~ +9 の時に使用可能．
精錬の際に HD と手数料が必要．手数料は一律 20,000z ．
精錬失敗時に装備が消失せず，精錬値が -1 になる．HD は消費する．

なお，オーバー精錬 (+11 ~ +20) 用に HD Badium と Calnium もある．

HD の個数の期待値

防具を +n に精錬する時の HD の個数の期待値を H''_n とすると，

$n \leq 7$ の時， $H''_n = 0$ となる．

$8 \leq n \leq 10$ の時の漸化式は，

$$H''_n = p_n(H''_{n-1} + 1) + (1 - p_n)(H''_{n-1} + 1 + H''_n - H''_{n-2})$$

これを解くと， $H''_n = \frac{H''_{n-1} + (p_n - 1)H''_{n-2} + 1}{p_n}$

防具の個数の期待値

防具の個数の期待値を H_n とすると，

$n \leq 7$ の時， $H_n = E_n$ となる．

$8 \leq n \leq 10$ の時の漸化式は，

$$H_n = p_n H_{n-1} + (1 - p_n)(H_{n-1} + H_n - H_{n-2})$$

これを解くと， $H_n = \frac{H_{n-1} + (p_n - 1)H_{n-2}}{p_n}$

エルニウムの個数の期待値

エルニウムの個数の期待値を H'_n とすると，

$n \leq 7$ の時， $H'_n = E'_n$ ， $9 \leq n \leq 10$ の時， $H'_n = H'_8$ となる．

$n = 8$ の時の漸化式は，

$$H'_8 = p_8 H'_7 + (1 - p_8)(p_7(H'_7 + 1) + (1 - p_7)(H'_7 + 1 + H'_7) + H'_8 - H'_7)$$

これを解くと, $H'_8 = \frac{(p_7 p_8 - p_7 + 1)H'_7 - p_8 + 1}{p_8}$

$p_7 = 0.4$, $p_8 = 0.2$, $H'_7 = \frac{365}{6} \doteq 60.8$ を代入すると,

$H'_8 = \frac{17}{5}H'_7 + 4 = \frac{1265}{6} \doteq 210.8$ を得る.

コスト比較

総費用は,

$$\begin{aligned} & \text{防具の単価} \times \text{防具の個数} \\ & + (\text{Enrich などの単価} \times \text{Enrich などの個数}) \\ & + \text{エルニウムの単価} \times \text{エルニウムの個数} \\ & + \text{手数料の単価} \times \text{手数料の回数} \end{aligned}$$

となる.

防具の単価を X , エルニウムの単価を $30k$, Enrich の単価を $1.4M$, Cert の単価を $7M$, HD の単価を $700k$ とする.

通常精錬の総費用を $f(X)$, Enrich の総費用を $g(X)$, Cert の総費用を $h(X)$, HD の総費用を $i(X)$ とする.

防具を未精錬から +5 まで精錬する時

通常精錬

防具の個数は 1.66 , エルニウムの個数は 8.33 , 手数料は $2k$, 手数料の回数は 8.33 となる.

$$\begin{aligned} f(X) &= X * 1.66 + 30k * 8.33 + 2k * 8.33 \\ &= 1.66X + 267k \end{aligned}$$

Enrich

防具の個数は 1.11 , Enrich の個数は 1.11 , エルニウムの個数は $4 * 1.11 = 4.44$, 手数料は $2k$, 手数料の回数は $4.44 + 1.11 = 5.55$ となる.

$$\begin{aligned} g(X) &= X * 1.11 + 1.4M * 1.11 + 30k * 4.44 + 2k * 5.55 \\ &= 1.11X + 1698k \end{aligned}$$

Cert

防具の個数は 1 , Cert の個数は 1.66 , エルニウム の個数は $4 + 1.66 = 5.66$, 手数料は +4 以下は 2k , +5 は 20k , 手数料の回数は +4 以下は 4 , +5 は 1.66 となる .

$$\begin{aligned}h(X) &= X + 7M * 1.66 + 30k * 5.66 + 2k * 4 + 20k * 1.66 \\ &= X + 11831k\end{aligned}$$

比較

$$\begin{aligned}f(X) &\geq g(X) \\ 1.66X + 267k &\geq 1.11X + 1698k \\ X &\geq 2600k = 2.6M\end{aligned}$$

ゆえに , 防具の単価が 2.6M 以上の時 , Enrich を使った方が安上がりになる .

$$\begin{aligned}f(X) &\geq h(X) \\ 1.66X + 267k &\geq X + 11831k \\ X &\geq 17520k = 18M\end{aligned}$$

ゆえに , 防具の単価が 18M 以上の時 , Cert を使った方が安上がりになる .

防具を未精錬から +7 まで精錬する時

通常精錬

防具の個数は 10.4 , エルニウム の個数は 60.8 , 手数料は 2k , 手数料の回数は 60.8 となる .

$$\begin{aligned}f(X) &= X * 10.4 + 30k * 60.8 + 2k * 60.8 \\ &= 10.4X + 1946k\end{aligned}$$

Enrich

防具の個数は 3.08 , Enrich の個数は 7.53 , エルニウム の個数は $4 * 3.08 = 12.32$, 手数料は 2k , 手数料の回数は $12.32 + 7.53 = 19.85$ となる .

$$\begin{aligned}g(X) &= X * 3.08 + 1.4M * 7.53 + 30k * 12.32 + 2k * 19.85 \\ &= 3.08X + 10952k\end{aligned}$$

Cert

防具の個数は 1 , Cert の個数は 6.66 , エルニウムの個数は $4 + 6.66 = 10.66$, 手数料は +4 以下は $2k$, +5 以上は $20k$, 手数料の回数は +4 以下は 4 , +5 以上は 6.66 となる .

$$\begin{aligned}h(X) &= X + 7M * 6.66 + 30k * 10.66 + 2k * 4 + 20k * 6.66 \\ &= X + 47081k\end{aligned}$$

比較

$$\begin{aligned}f(X) &\geq g(X) \\ 10.4X + 1946k &\geq 3.08X + 9445k \\ X &\geq 1030k = 1.0M\end{aligned}$$

ゆえに , 防具の単価が 1.0M 以上の時 , Enrich を使った方が安上がりになる .

$$\begin{aligned}f(X) &\geq h(X) \\ 10.4X + 1946k &\geq X + 47081k \\ X &\geq 4800k = 4.8M\end{aligned}$$

ゆえに , 防具の単価が 4.8M 以上の時 , Cert を使った方が安上がりになる .

防具を +6 +7 に精錬する時

+6 防具を用意して +7 に精錬する . +6 防具の個数を X とする .

通常精錬

+6 防具の個数は 2.5 , エルニウムの個数は 2.5 , 手数料は $2k$, 手数料の回数は 2.5 となる .

$$\begin{aligned}f(X) &= X * 2.5 + 30k * 2.5 + 2k * 2.5 \\ &= 2.5X + 80k\end{aligned}$$

Enrich

+6 防具の個数は 1.66 , Enrich の個数は 1.66 , エルニウム の個数は 0 , 手数料は 2k , 手数料の回数は 1.66 となる .

$$\begin{aligned}g(X) &= X * 1.66 + 1.4M * 1.66 + 2k * 1.66 \\ &= 1.66X + 2327k\end{aligned}$$

Cert

+6 防具の個数は 1 , Cert の個数は 2.5 , エルニウム の個数は 2.5 , 手数料は 20k , 手数料の回数は 2.5 となる .

$$\begin{aligned}h(X) &= X + 7M * 2.5 + 30k * 2.5 + 20k * 2.5 \\ &= X + 17625k\end{aligned}$$

比較

$$\begin{aligned}f(X) &\geq g(X) \\ 2.5X + 80k &\geq 1.66X + 2327k \\ X &\geq 2680k = 2.7M\end{aligned}$$

ゆえに , +6 防具の単価が 2.7M 以上の時 , Enrich を使った方が安上がりになる .

$$\begin{aligned}f(X) &\geq h(X) \\ 2.5X + 80k &\geq X + 17625k \\ X &\geq 11700k = 12M\end{aligned}$$

ゆえに , +6 防具の単価が 12M 以上の時 , Cert を使った方が安上がりになる .

+6 で 2.7M の防具は , 未精錬ではいくらになるだろうか ?

未精錬防具の単価を X' とし , 通常精錬で +6 にした防具の単価を X とする .

$$\begin{aligned}X &= X' * 4.16 + 30k * 23.3 + 2k * 23.3 \\ &= 4.16X' + 746k\end{aligned}$$

$X = 2680k$ を代入すると , $X' = 464.9k = 460k$

$X = 11700k$ を代入すると, $X' = 2630k = 2.6M$

すなわち, 未精錬で 460k 以上の防具を +6 → +7 に精錬する時は, Enrich の方が安上がりになる. 同じく未精錬で 2.6M 以上の防具を +6 → +7 に精錬する時は, Cert の方が安上がりになる.

防具を未精錬から +8 まで精錬する時

ここでは通常精錬と HD を比較する.

HD の場合, +7 → +8 に精錬する際に失敗すると +6 になるが, この時,

- (1) 通常精錬で +7 に戻す
- (2) Enrich で +7 に戻す
- (3) Cert で +7 に戻す

の 3 通りが考えられるが, ここでは (1) を用いる.

通常精錬

防具の個数は 52.0, エルニウムの個数は 309, 手数料は 2k, 手数料の回数は 309 となる.

$$\begin{aligned} f(X) &= X * 52.0 + 30k * 309 + 2k * 309 \\ &= 52X + 9888k \end{aligned}$$

HD

防具の個数は 35.4, HD の個数は 5, エルニウムの個数は 210, 手数料は +7 以下は 2k, +8 は 20k, 手数料の回数は +7 以下は 210, +8 は 5 となる.

$$\begin{aligned} g(X) &= X * 35.4 + 700k * 5 + 30k * 210 + 2k * 210 + 20k * 5 \\ &= 35.4X + 10320k \end{aligned}$$

比較

$$\begin{aligned} f(X) &\geq i(X) \\ 52X + 9888k &\geq 35.4X + 10320k \\ X &\geq 26.0k = 26k \end{aligned}$$

ゆえに、防具の単価が 26k 以上の時、HD を使った方が安上がりになる。

同様に防具を未精錬から +9 まで精錬する時を比較すると、過程は省略するが負の数になる。すなわち、防具の単価によらず HD を使った方が安上がりになる。

防具を +7 +8 に精錬する時

+7 防具を用意して +8 に精錬する。+7 防具の個数を X とする。

HD の場合、+7 +8 に精錬する際に失敗すると +6 になるが、通常精錬で +7 に戻すこととする。

通常精錬

+7 防具の個数は 5、エルニウムの個数は 5、手数料は 2k、手数料の回数は 5 となる。

$$\begin{aligned} f(X) &= X * 5 + 30k * 5 + 2k * 5 \\ &= 5X + 160k \end{aligned}$$

HD

+7 防具の個数は 3.4、HD の個数は 5、エルニウムの個数は 4、手数料は +7 以下は 2k、+8 は 20k、手数料の回数は +7 以下は 4、+8 は 5 となる。

$$\begin{aligned} g(X) &= X * 3.4 + 700k * 5 + 30k * 4 + 2k * 4 + 20k * 5 \\ &= 3.4X + 3728k \end{aligned}$$

比較

$$\begin{aligned} f(X) &\geq i(X) \\ 5X + 160k &\geq 3.4X + 3728k \\ X &\geq 2230k = 2.2M \end{aligned}$$

ゆえに、+7 防具の単価が 2.2M 以上の時、HD を使った方が安上がりになる。

+7 で 2.2M の防具は、未精錬ではいくらになるだろうか？

未精錬防具の単価を X' とし、通常精錬で +7 にした防具の単価を X とする。

$$X = 10.4X' + 1946k$$

$X = 2230k$ を代入すると、 $X' = 27.3k = 27k$

すなわち、未精錬で 27k 以上の防具を +7 +8 に精錬する時は、HD の方が安上がりになる。

付録

使用アイテム・手数料

通常精錬

	精錬鉱石	価格	手数料
武器 Lv1	Phracon	200z	50z
武器 Lv2	Emveretarcon	1,000z	200z
武器 Lv3	Oridecon	非売品	5,000z
武器 Lv4	Oridecon	非売品	20,000z
防具	Elunium	非売品	2,000z

Enrich

使用アイテムは武器は Enrich Oridecon , 防具は Enrich Elunium .
手数料は通常精錬と同じ .

Cert

使用アイテムは武器は Safe to 7 Weapon Certificate , 頭は Safe to 7 Headgear Certificate , 頭以外の防具は Safe to 7 Body Armor Certificate .

精錬鉱石も必要で通常精錬と同じ .

手数料は一律 20,000z .

HD

使用アイテムは武器は HD Oridecon , 防具は HD Elunium .

手数料は一律 20,000z .

精錬確率表

通常精錬

+4 以下はすべて 100% . Cert , HD も同じ .

		武器				防具
		Lv1	Lv2	Lv3	Lv4	
+4	+5	100%	100%	100%	60%	60%
+5	+6	100%	100%	60%	40%	40%
+6	+7	100%	60%	50%	40%	40%
+7	+8	60%	40%	20%	20%	20%
+8	+9	40%	20%	20%	20%	20%
+9	+10	20%	20%	20%	10%	10%

Enrich

+4 以下はすべて 100% .

		武器				防具
		Lv1	Lv2	Lv3	Lv4	
+4	+5	100%	100%	100%	90%	90%
+5	+6	100%	100%	90%	60%	60%
+6	+7	100%	90%	75%	60%	60%
+7	+8	90%	60%	30%	30%	30%
+8	+9	60%	30%	30%	30%	30%
+9	+10	20%	20%	20%	10%	10%

防具の精錬期待値表

通常精錬

	確率	累計	防具	エルニウム
+4 +5	60%	60%	1.66	8.33
+5 +6	40%	24%	4.16	23.3
+6 +7	40%	9.6%	10.4	60.8
+7 +8	20%	1.92%	52.0	309
+8 +9	20%	0.384%	260	1550
+9 +10	10%	0.0384%	2604	15518

Enrich

	確率	累計	防具	Enrich
+4 +5	90%	90%	1.11	1.11
+5 +6	60%	54%	1.85	3.51
+6 +7	60%	32.4%	3.08	7.53
+7 +8	30%	9.72%	10.2	28.4
+8 +9	30%	2.916%	34.2	98.1
+9 +10	10%	0.2916%	342	991

Cert

	確率	Cert
+4 +5	60%	1.66
+5 +6	40%	4.16
+6 +7	40%	6.66

HD

	確率	HD
+7 +8	20%	5
+8 +9	20%	30
+9 +10	10%	355